sigurnost pri održavanju električnih instalacija i uređaja

27

obrazovanje iz zaštite na radu i zaštite od požara

institut za sigurnost zagreb

4766

obrazovanje iz zaštite na radu i zaštite od požara 27

sigurnost pri održavanju električnih instalacija i uređaja

1977
institut za sigurnost zagreb

Obrazovanje radnika i neposrednih rukovodilaca
iz zaštite na radu i zaštite od požara

sigurnost pri održavanju električnih instalacija i uređaja

Izradio: Vlado Štefan
Recenzent: Stjepan Švaner
Crteži: Blaž Despenić
Izdavač: Institut za sigurnost Zagreb
OOUR Zavod za izdavačku i propagandnu djelatnost
Urednik: Antonija Ivić

Tisak: OOUR Zavod za izdavačku
i propagandnu djelatnost Zagreb, Čakovečka 17

Preštampavanje u cijelosti ili u dijelovima
dopušteno samo uz pismenu dozvolu izdavača

SADRŽAJ

UVOD 5
KRETANJE PRI RADU 7
RAD NA LJESTVAMA I SKELAMA 11
RAD NA STUPOVIMA 28
KORIŠTENJE STROJEVA I ALATA 41
KOPANJE ZIDA 63
UPOTREBA ZALJEVNIH MASA I SMOLE 64
ODMAŠĆIVANJE I PRANJE DIJELOVA 65
RAD S AKU–BATERIJAMA 67
OPASNOSTI I MJERE ZAŠTITE OD ELEKTRIČNE STRUJE 73

- Električna struja i organizam čovjeka 73
- Mjere zaštite u postrojenjima jake struje 82
- Priključne naprave 102
- Električni prenosni alat 104
- Električne svjetiljke 110
- Strujni osigurači 113
- Pogonske prostorije s uređajima jake struje 115
- Ispitivači napona 116
- Beznaponsko stanje i stavljanje pod napon 118
- Rad na dijelovima pod naponom i u njihovoj blizini 122
- Zaštita od požara u postrojenjima jake struje 123
- Prva pomoć 125

Ime i prezime .....

.....

Naziv radne organizacije .....

.....

Adresa i broj telefona .....

.....

Rješenjem Republičkog sekretarijata za kulturu, prosvjetu, i fizičku kulturu broj 4775/1-1972 od 2. XI 1972. oslobođeno poreza na promet.

UVOD

Pri obavljanju električarskih radova na održavanju pogona svakodnevno ste izloženi mnogim opasnostima koje mogu izazvati različite nezgode, često s veoma ozbiljnim posljedicama.

Najčešću opasnost predstavlja udar električne struje te padovi radnika. Također, postoje opasnosti od ozljeda pri rukovanju ručnim alatima, zatim hladnoća i drugi nepovoljni uvjeti. Velik broj navedenih opasnosti može se spriječiti poduzimanjem tehničkih mjera zaštite, osobnim zaštitnim sredstvima i sigurnim radnim postupcima.

Da biste se osposobili za siguran rad na svom radnom mjestu, izrađen je za vas program obrazovanja „Zaštita na radu i zaštita od požara u radnoj organizaciji". Osnovu za svladavanje općeg dijela ovog programa čini knjižica „Sigurnost na radu", koja sadrži velik broj općih informacija iz zaštite pri radu i zaštite od požara i namijenjena je svim radnicima bez obzira na radno mjesto na kojem rade. Nakon što ste usvojili gradivo opće knjižice, potrebno je da proučite i ovu knjižicu, koja sačinjava dokumentaciju za temu „Opasnost i mjere zaštite na radnom mjestu" prema navedenom osnovnom programu obrazovanja, a u njoj su opisane sve opasnosti i mjere zaštite pri električarskim radovima na održavanju pogona.

Proučite ovu knjižicu, upoznajte se s opasnostima na vašem radnom mjestu, te postupite u skladu s predloženim mjerama zaštite. Uvjereni smo, da ćete na osnovi usvojenog znanja iz obje ove knjižice pridonijeti vašoj osobnoj sigurnosti, a i sigurnijim uvjetima rada u vašoj radnoj organizaciji.

KRETANJE PRI RADU

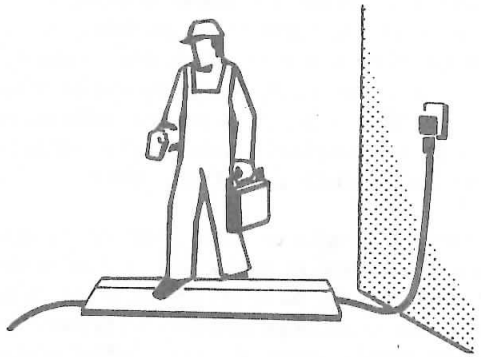
Pri električarskim radovima na održavanju pogona, radnici se kreću po gotovo svim radnim površinama u nivou poda, u jamama ili kanalima, ili na povišenim mjestima. Pri tom su izloženi stalnoj opasnosti od poskliznuća, spoticanja i padova. Ozljede, koje mogu na taj način nastati, različite su po težini, što uglavnom zavisi od visine s koje je radnik pao. Treba naglasiti da padovi u nivou poda radne prostorije nisu nimalo bezazleni. Mnogo je puta u pogonu došlo do spoticanja radnika o neki predmet i pada, što je imalo za posljedicu veoma tešku ozljedu ruke a često i glave.

Do spoticanja najčešće dolazi, ako se na površinama, koje su predviđene za prolaz ljudi, nalaze predmeti koje radnik ne očekuje, pa se pri prolazu o njih spotakne. To su npr. alat ili materijal ostavljen na prolazu, strugotina ili drugi otpaci, cijevi ili drugi vodovi postavljeni na podu, žatim priključni ili produžni kablovi te gumene cijevi za zrak itd.

Do spoticanja može doći i zbog neravne ili oštećene površine poda, kao i zbog rupa ili udubina na podu.

Otklanjanjem ovih nedostataka sprečava se nastajanje ozljeda. Na prolazima, koji moraju biti propisano označeni, ne smije se ostavljati nikakav alat ili materijal. U radionicama moraju biti predviđeni posebni prostori za odlaganje materijala, obilježeni na odgovarajući način. Podovi se moraju redovito održavati u ispravnom stanju, a sva oštećenja koja su nastala na površini poda pri upotrebi odmah popravljati.

Pri prolazu kroz radionice krećite se isključivo posebno označenim površinama, određenim za prolaz ljudi. Pri tom pazite na mogućnost postojanja predmeta, alata, kablova, cijevi i sl. na koje bi se u prolazu mogli spotaći. Ako se zbog obavljanja svog radnog zadatka morate kretati izvan određenih prolaza, mogućnost spoticanja mnogostruko se povećava, zato povećajte i pažnju. Ako je potrebno, zahtijevajte da se sa mjesta rada i iz najbliže okoline odstrane predmeti koji bi mogli uzrokovati ozljedu.



Nikada ne ostavljajte materijal, alat ili druge predmete na prolazu kojim se kreću ljudi. Posebnu pažnju posvetite kablovima, ako ih morate voditi preko prolaza. Za to postoji niz sigurnih načina, bilo da se pokriju na podu, bilo da se podignu na odgovarajuću visinu.

Pri kretanju pogonom, uz opasnost od spoticanja na različite predmete, veoma često pojavljuje se i opasnost od poskliznuća. Izvor ove opasnosti uglavnom su vlažni i mokri podovi ili stepenice, prolivena voda, ulje ili mast, različite kemikalije te, posebno u zimsko doba, snijeg i led.

Do poskliznuća može doći i na čvrstom podu ako je pretjerano gladak i sklizak, npr. kod podova čija je površina pokrivena keramičkim pločicama, teracom ili mramorom. Metalne ploče ili poklopci također mogu biti vrlo skliski.

Posebnu opasnost predstavlja laštenje podova sredstvima koja povećavaju skliskost poda. Ako se na takve površine postave, npr. sagovi, opasnost od poskliznuća se jako povećava. Da bi se otklonila ova opasnost, potrebno je poduzimati niz mjera zaštite.

Podovi u radionicama moraju biti ravni, glatki ali ne i skliski. Moraju biti izvedeni iz materijala koji se lako čisti i pere. Ako dođe do onečišćenja površine materijalima koji mogu uzrokovati poskliznuće, takve tvari treba odmah odstraniti. Transportni putovi moraju se zimi čistiti od snijega, a za vrijeme poledice posipavati. Za laštenje određenih površina podova treba da se koriste poliši ili laštila koja ne uzrokuju klizanje. Ako se na nekom dijelu poda pojavi privremena opasnost od poskliznuća, na takva mjesta moraju se postaviti odgovarajuće ploče upozorenja.

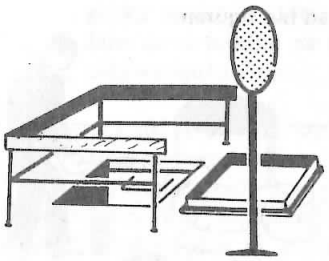
Pri kretanju, obratite posebnu pažnju na površinu poda, kako bi na vrijeme opazili eventualnu opasnost od poskliznuća.

Ako morate prolaziti takvim površinama ili na njima obavljati poslove, zahtijevajte da se one očiste kako bi prolaz i rad bio siguran.

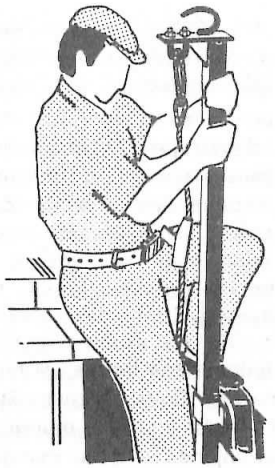
Ako pri obavljanju posla na bilo koji način prouzrokujete klizavost poda, odmah poduzmite mjere da se opasnost otkloni, bilo da odstranite opasne tvari s poda, bilo da na to mjesto postavite ploču upozorenja.

S padovima uslijed spoticanja i poskliznuća, do kojih dolazi uglavnom na razini poda radne prostorije, najbliže su povezani i padovi u otvore na podu, kao što su jame, kanali, reviziona okna i sl. Do toga dolazi najčešće zbog toga što ti otvori nisu poklopljeni, odnosno na odgovarajući način zaštićeni. Do padova može doći i zbog neodgovarajuće izvedbe ljestava za spuštanje u takve otvore. Zbog zaštite od pada svi otvori moraju biti pokriveni čvrstim poklopcem, odnosno ograđeni sigurnom ogradom. Stalni ulazi u kanale mogu se zaštititi od padova i tako da poklopac sa držačima u vrijeme kada je otvoren predstavlja ogradu oko otvora. Na njega se obično postavlja i ploča upozorenja na opasnost. Jame i udubljenja, koje u pogonu privremeno nastaju pri kopanju temelja za strojeve, kopanju jama za kablove i sl. moraju se također osigurati ogradama. Noću takva mjesta moraju biti osvijetljena.

Stalno postavljene okomite ljestve, koje služe za spuštanje u otvore, moraju biti zaštićene od pada. To se najsigurnije izvodi pomoću uređaja u obliku klizne motke ili užeta, na što se priključuje zaštitni pojas kojega radnik veže na tijelo. To vrijedi i za ljestve koje su okomito postavljene za prilaz na povišene dijelove stroja ili uređaja. Takve ljestve mogu imati i leđobran za zaštitu od padova.



Pazite! Otvori u podu vrlo su opasni i mogu uzrokovati teške ozljede. Najstojte da su svi otvori, posebno oni koje vi pri radu koristite, uvijek zaštićeni od padova radnika. Za vrijeme dok radite u kanalu ili revizionom oknu ogradite otvor i postavite ploču upozorenja na opasnost od pada.



Pri spuštanju u kanale ili pri penjanju po stalno postavljenim okomitim ljestvama, koristite leđobran ili posebne uređaje za zaštitu od padova.

RAD NA LJESTVAMA I SKELAMA

Veoma često radnici, pri obavljanju poslova na održavanju električnih uređaja i instalacija, rade na visini. Pri tom mnogo koriste prenosne, odnosno pokretne ljestve i skele različitih vrsta i oblika za rad na različitim visinama. Kod svih tih radova postoji opasnost od pada i teškog ozljeđivanja radnika. Opasnost je to veća, što je visina na kojoj se radi viša.

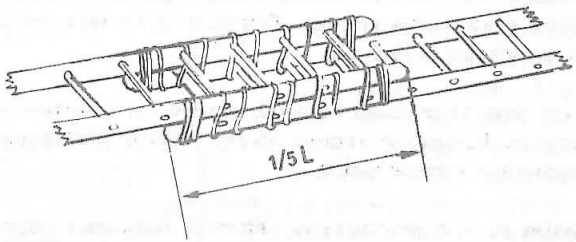
Zbog toga se pri radu na visini, zavisno od sredstava za penjanje kojima se radnici služe, moraju poduzimati odgovarajuće mjere zaštite.

Ljestve su vrlo jednostavno, jeftino i zbog toga veoma mnogo korišteno sredstvo za rad na visini, posebno kada se radi na poslovima održavanja u zatvorenim prostorijama. Danas se proizvode ljestve od različitog materijala,

ali su najčešće drvene i metalne (aluminij). Drvene ljestve su relativno jeftine i nisu vodljive, što je veoma važno kod električarskih radova. Nedostatak im je, što su podložne trulenju i to naročito ako se ne održavaju na odgovarajući način, te što imaju manju čvrstoću, zbog čega može doći do pucanja dijelova a time i do padova. Metalne ljestve su čvršće i trajnije, ali su vodljive za električnu struju, što može pri radu biti veoma opasno. Zbog toga se, unatoč nedostacima, danas najčešće koriste drvene ljestve. Izvode se kao jednostrane ili dvostrane.

Jednostrane ljestve, za normalnu upotrebu, izvode se do najviše 8 m dužine. Stranice moraju biti iz jednog komada, a prečke moraju biti čvrsto usađene u stranice i uklinjene. Stranice moraju na određenim mjestima biti stegnute metalnim svornjacima.

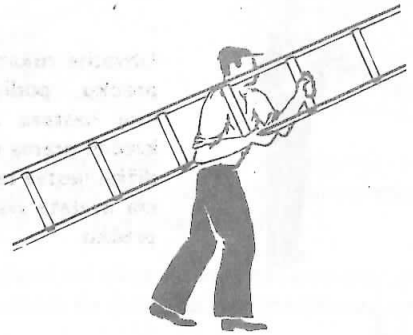
U izuzetnim situacijama, mogu se po dvoje jednostrane ljestve spojiti vezivanjem kako bi se produžile. Međutim, ukupna dužina spojenih ljestava, također, ne smije iznositi više od 8 m. Ljestve koje se spajaju moraju biti istih širina te istog razmaka između prečki. Dio ljestava na kojem su one zajedno spojene mora iznositi najmanje 1/5 cjelokupne dužine ljestava. Gornje ljestve moraju na spojnom mjestu stajati s donje strane ljestava.



Ne koristite jednostrane ljestve dužine od 8 m, osim ako nisu specijalne konstrukcije. Prije korištenja pregledajte ljestve te ih koristite samo ako su potpuno ispravne. Ako ljestve nisu dovoljno visoke, produžite ih spajanjem s drugim ljestvama samo u izuzetnim situacijama i to na siguran način.

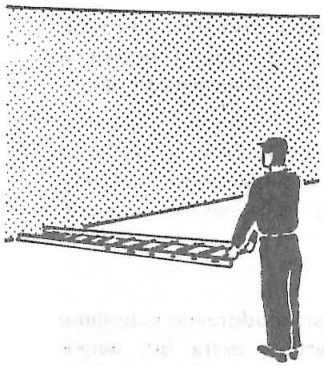
Mnogo nezgoda nastaje pri prenošenju ljestava na mjesto rada u pogonu, a posebno na nepreglednim mjestima, kao što su uglovi, vrata i sl. Zato se ljestve moraju nositi na siguran način

Nemojte nikada ljestve nositi vodoravno oslonjene na rame. Prednji kraj ljestava mora biti uvijek uzdignut iznad visine glave čovjeka, dakle najmanje 2 m od poda. Ako treba da prenosite duže teže ljestve zatražite pomoć drugih radnika.

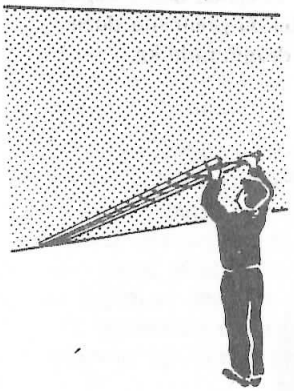


Pri spuštanju ne bacajte ljestve da se ne oštete, a zbog istog razloga nemojte na njih stavljati nikakav teži materijal.

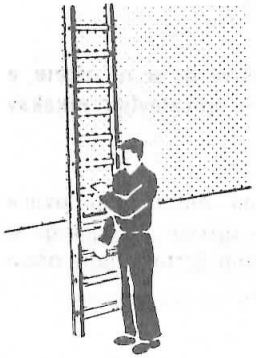
Postavljanje ljestava na određeno mjesto nije uvijek jednostavan posao, a može biti i opasan. Zbog toga se podizanje i postavljanje jednostranih ljestava mora obavljati po nekim pravilima sigurnosti.



Ljestve postavite na pod tako, da se donji kraj oslanja na čvrstu podlogu koja će sprijčiti njihovo klizanje kod podizanja.

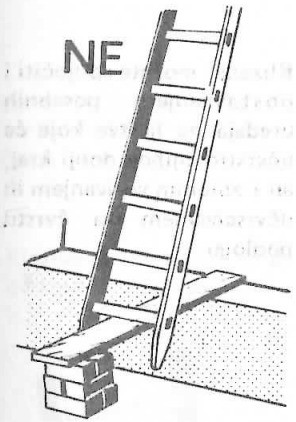


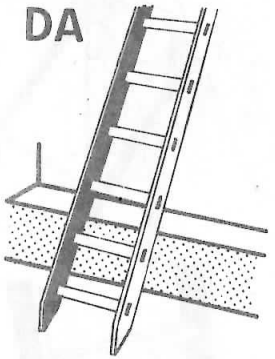
Uhvatite rukama najgornju prečku, podignite gornji kraj ljestava i polako se krećite prema naprijed. Podižite ljestve tako, da rukama hvatate svaku slijedeću prečku.



Kada ste tako potpuno podigli ljestve, postavite donji krai na željeno mjesto.

Jedna je od najvažnijih stvari, kod postavljanja ljestava, podloga na kojoj će ljestve stajati. Ako to mjesto nije sigurno, ako nije ravno, dovoljno čvrsto ili je sklisko itd. može doći do klizanja donjeg kraja, što će uzrokovati pad ljestava a time i radnika.

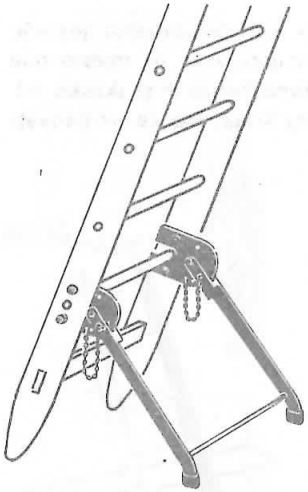




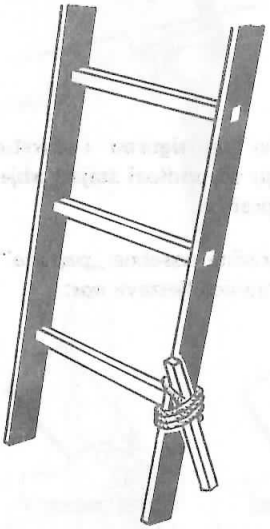
Ljestve postavljajte samo na sigurnu i čvrstu podlogu. Kod toga moraju na podlozi stajati obje stranice ljestava a nikada prečke.

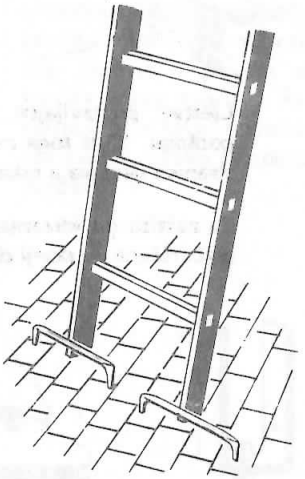
Za zaštitu od klizanja, koristite posebne „papuče" pričvršćene na donji dio stranica ljestava npr:

— **sa šiljcima na hrapavom i mekšem terenu;**
— **s gumom ili plutom na suhoj i čvrstoj podlozi, ali ne mokroj ili masnoj itd;**



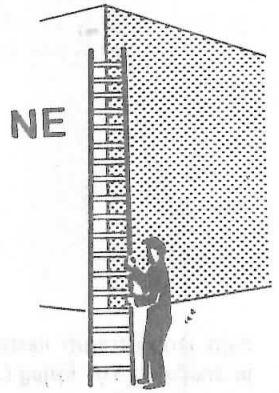
Klizanje možete spriječiti i postavljanjem posebnih uređaja na ljestve koje će učvrstiti njihov donji kraj, ali i običnim vezivanjem ili učvršćivanjem za čvrstu podlogu.



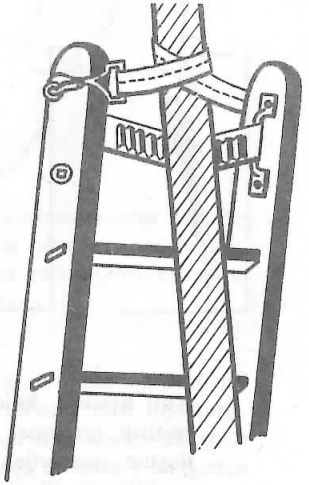


Kod ljestava je važno da je podloga na kojoj ljestve stoje i mjesto naslanjanja ljestava čvrsto i sigurno. Mnogo puta su nesigurna mjesta, kao npr. okrugli i uski stupovi,

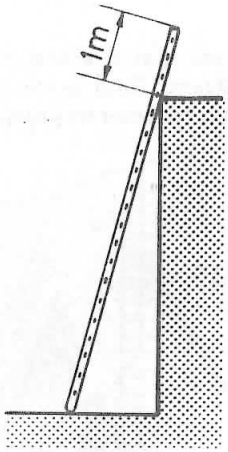
zaleđeni zidovi i oluci, uglovi zgrada, granje drveća itd, bili uzrok nezgode pri radu s ljestvama. Zato se izboru mjesta naslanjanja ljestava mora obratiti posebna pažnja.



Ljestve naslanjajte samo na čvrsta i sigurna mjesta.

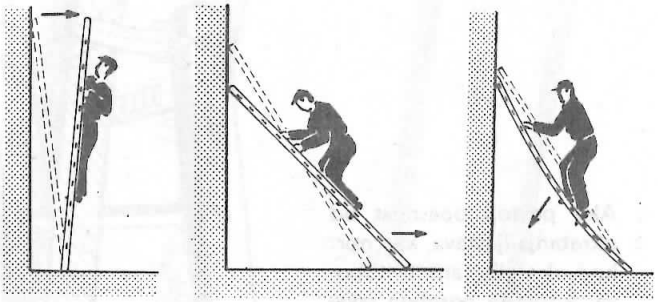


Ako postoji opasnost od okretanja ljestava, kao npr. kod okruglih tankih stupova, koristite posebno izvedene ljestve s napravom za pričvršćivanje i zaštitu od okretanja.



Kod radova, kod kojih se pomoću ljestava prilazi nekoj radnoj površini ili objektu, ljestve moraju nadvisivati tu površinu barem za 1 m, kako bi se osigurao siguran rukohvat radnika.

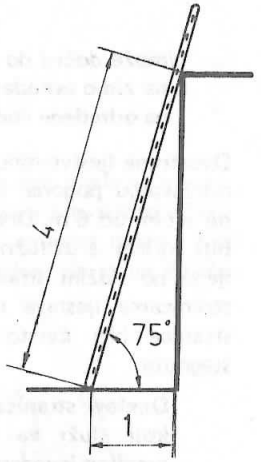
Kod jednostranih ljestava, obzirom na sigurnost, veoma je značajan kut kojeg čine naslonjene ljestve s osloncem, odnosno vodoravnom podlogom.



Kod ljestava, koje su postavljene suviše okomito, postoji opasnost da se prevrnu unazad. Ako su ljestve postavljene previše vodoravno, mogu se poskliznuti ili zbog prevelikog progiba prelomiti.

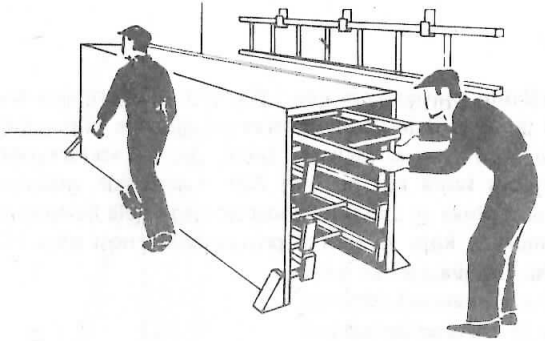
Praktičnim ispitivanjem kao i preračunavanjem ustanovljeno je da su jednostrane ljestve najsigurnije za penjanje i rad ako su postavljene tako, da sa vodoravnom podlogom tvore kut od oko 75°. Takav kut, odnosno kosina, dobiva se ako udaljenost donjeg dijela ljestava od okomice na koju su ljestve postavljene iznosi oko 1/4 dužine ljestava.

Kod postavljanja ljestava uvijek vodite računa o ovom jednostavnom pravilu: 4 : 1. Ako vam taj odnos pričinjava poteškoće u praksi, jednostavno prebrojite prečke i dobiveni broj podijelite s četiri. Tako ćete lakše ocijeniti razmak.



Odlaganje, spremanje, odnosno uskladištavanje jednostranih ljestava mora se obavljati na određeni način kako ljestve ne bi predstavljale opasnost za okolinu, odnosno kako ne bi došlo do oštećenja ljestava.

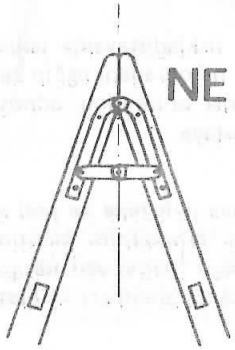
Ne ostavljajte nikada ljestve položene na pod niti uza zid, a posebno ne na prometnim mjestima. Tako ostavljene ljestve mogu uzrokovati nezgode prolaznicima, a uslijed bacanja predmeta na ljestve



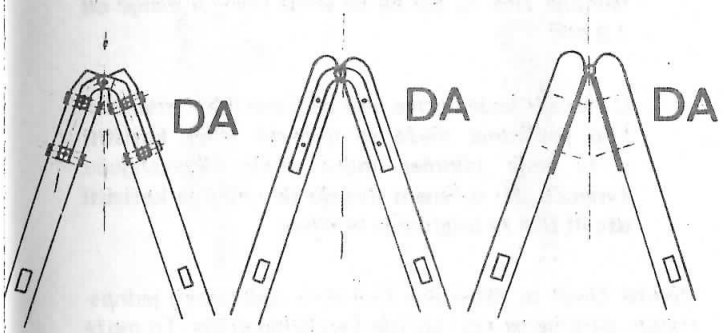
može doći i do njihovog oštećenja. Ljestve vješajte na zid o određene kuke ili u posebnim spremištima na određene vodilice.

Dvostrane ljestve mnogo se češće koriste pri radovima na održavanju pogona. Izvode se u različitim visinama, ali ne većim od 6 m. Drvo od kojeg su ljestve izrađene mora biti zdravo, a uzdužna vlakna drveta moraju biti postavljena po dužini stranica ljestava. Čvorovi od grana na stranicama ljestava nisu dozvoljeni. Prečke moraju u stranice biti čvrsto usađene i uklinjene, a stranice stegnute.

Dijelovi stranica na vrhu ljestava te metalni okov, koji služi za pomicanje krakova, moraju biti pravilno izvedeni.

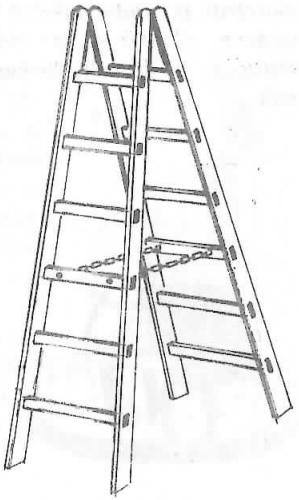


Širina otvaranja krakova ljestava ne smije biti ograničena izvedbom okova u obliku steznih škara, a vrhovi stranica ne smiju biti tako izvedeni da naliježu jedan na drugoga kada su krakovi potpuno razmaknuti. Ovakva izvedba ljestava još je uvijek vrlo česta, iako je bila uzrokom mnogim ozljedama, zbog čestog loma drveta na tim dijelovima.



Okov ljestava mora dakle biti bez dijela za ograničenje razmicanja krakova, mora biti dobro učvršćen na stranicama, a vrhovi stranica moraju biti zaobljeni, odnosno tako izvedeni da se ne dotiču pri razmicanju krakova.

Za zaštitu od razmaknuća krakova treba da se koristi posebna naprava, a najčešće lanac koji se pričvršćuje na stranice ili prečke ljestava na otprilike polovici dužine ljestava. Lanac mora biti takve dužine da onemogući veće razmaknuće krakova od onog koje je potrebno pri radu.

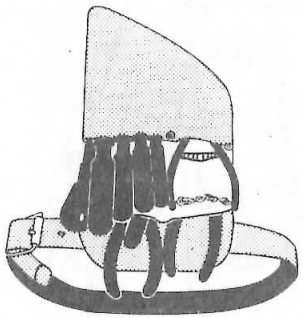


Lanac mora biti dovoljne čvrstoće. Smatra se da debljina žice za karike ne smije iznositi manje od 1,8 mm

U slučaju kada ljestve nisu izložene lošim vremenskim prilikama može se umjesto lanca koristiti gurta koja također mora imati odgovarajuću čvrstoću. Ni u kojem slučaju ne može se koristiti uže ili žica za osiguranje krakova.

Veoma često se dvostrane ljestve, u nedostatku jednostranih, naslone na zid i koriste kao jednostrane. To može biti veoma opasno, pa se to ne smije raditi.

Pri prenošenju dvostranih ljestava krakove treba sklopiti i povezati, a prednji kraj podići na visinu veću od čovjeka kako na nepreglednim mjestima ne bi došlo do ozljeda. Način korištenja dvostranih ljestava, a to vrijedi i za jednostrane ljestve, veoma je važan sa stajališta sigurnosti pri radu. Ljestve mogu biti tehnički potpuno ispravne, ali ako se pri radu primijeni nesiguran radni postupak, to će prije ili kasnije uzrokovati nezgodu pri radu.



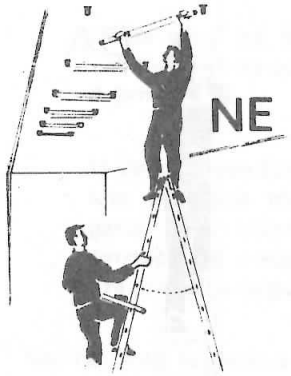
Pri penjanju i spuštanju sa ljestava uvijek koristite obje ruke za pridržavanje. Zbog toga nemojte u rukama nositi nikakav materijal ili alat. Alat prenosite u prikladnom, posebno izvedenom džepu, obješenom o pojas ili u torbici obješenoj o rame.

Nemojte se rukama prihvaćati za stranice ljestava, već uvijek za prečke, jer je to sigurnije.

Pri tom vodite računa da ruke i noge moraju biti izmjenično korištene. Kad otpuštate npr. lijevu ruku, onda morate podići ili spustiti desnu nogu i obratno.

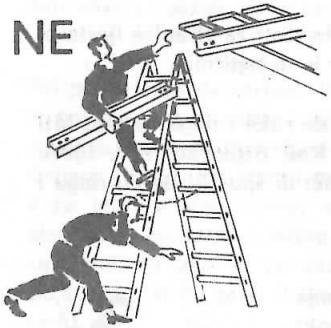
Kod penjanja i spuštanja lice radnika mora biti okrenuto ljestvama. Zato se nikada ne spuštajte leđima okrenutim ljestvama jer se ne možete dobro pridržavati, a niste niti dovoljno stabilni.

Kod korištenja ljestava pazite na obuću. Cipele moraju biti čvrste i, što je veoma važno, čiste. Nečistoća može uzrokovati klizanje na ljestvama.

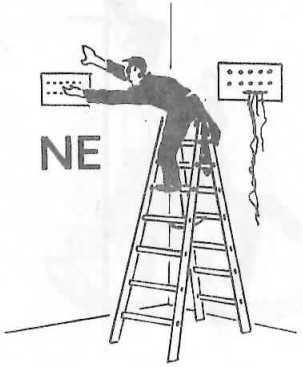


Stajanje na najgornjim prečkama dvostrukih ljestava može biti vrlo opasno, jer nema mogućnosti za pridržavanje tijela.

Zapamtite! Gornje dvije ili jedna prečka služe samo za pridržavanje, a ne za stajanje.

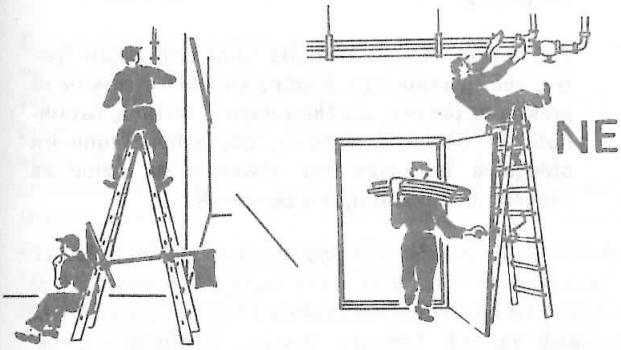


Nikada ne preopterećujte ljestve teškim komadima. Vodite računa o nosivosti i čvrstoći ljestava.



Ljestve uvijek dovoljno približite mjestu rada. Nepromišljeno jako nagibanje, naročito poprečno, pri radu na ljestvama može biti veoma opasno.

Mjesto, na kojem će se ljestve postaviti, mora biti, osim onog što je već rečeno, sigurno od prolaznika i prometa uopće. To se odnosi i na dvostrane i na jednostrane ljestve.



Po mogućnosti ne postavljajte ljestve na mjestima gdje prolaze ljudi ili vozila. Ako to ne možete izbjeći, postavite pomoćnika uz dno ljestava. Označite mjesto rada.

Također ne postavljajte ljestve nikada iza nezaključanih vrata. Svaki slučajni prolaznik može vratima srušiti ljestve.

Ljestve se moraju čuvati od oštećenja, bilo mehaničkog, bilo utjecaja drugih štetnosti kao što su npr. kiseline ili vlaga. Moraju se ostavljati na suhim zračnim mjestima ali ne u blizini izvora topline. Za konzerviranje može se koristiti laneno ulje ili druga sredstva, ali nikada se ljestve ne smiju bojiti neprozirnim bojama jer to sprečava uočavanje eventualnih oštećenja na drvetu. U toku rada ljestve moraju redovito pregledavati stručni radnici i popravljati ih po potrebi.

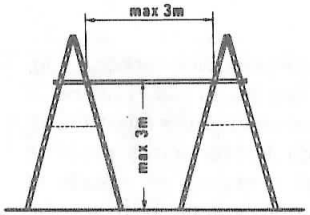
Zahtijevajte redovne preglede ljestava prema programu ustanovljenom u vašoj organizaciji.

Ako sumnjate da su ljestve oštećene, zahtijevajte pregled i prije.

Zapamtite! Nikada nemojte sami popravljati ljestve, već to prepustite stručnjaku. Jako istrošene ili prekinute prečke, prečke zabijene čavlima, napuknute ili oštećene stranice, popravljane limenim oblogama ili žicom itd. dovoljan su razlog za zamjenu ljestava ili njihov popravak.

Kako se na ljestvama ne mogu obavljati složeniji radovi, a posebno ne oni koji duže traju, u mnogo će se slučajeva na poslovima održavanja umjesto ljestava koristiti **skele** za rad. Umjesto ljestava, u novije vrijeme, mnogo se koriste i pokretne **radne platforme.** Pomoćne skele namijenjene su za jednostavnije poslove kao npr. postavljanje rasvjetnih tijela i sl. Podnice takvih skela mogu se postavljati samo na sigurne i čvrste podloge. Za to mogu dobro poslužiti građevinske „koze" ili dvostrane ljestve.

Radna površina za pomoćnu skelu ne smije biti nikada postavljena na visini većoj od 3 m od poda.



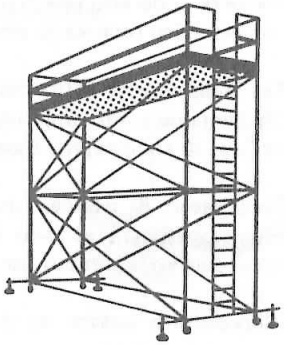
Razmak između podloga na koje su postavljene podnice zavisi od dimenzija podnice ali također ne smije biti veći od 3 m.

Kod pomoćnih skela čija je radna površina postavljena na visini većoj od 1 m od poda mora se izvesti sigurna stranična zaštita od pada.

Pomoćne skele postavljajte isključivo na čvrste podloge kao što su dvostrane ljestve, građevinske „koze" i sl. Kao podlogu nemojte nikada koristiti bačve, sanduke, ruševne zidove ili slične nesigurne predmete.

Čvršće skele postavljaju se u radionicama kada se obavlja neki posao koji će duže trajati. Ako ih ima više, takve skele moraju imati sigurne pristupe na svaku etažu pomoću ljestava ili stepenica. Za zaštitu od padova svaka etaža mora imati zaštitnu ogradu visine najmanje 1 m izvedenu sa popunom od vodoravnih prečaka. Razmak između prečaka ne smije biti veći od 35 cm. Donja prečka mora uvijek biti postavljena na visini najmanje 20 cm od poda, a prostor zatvoren kako bi se spriječio pad predmeta ili materijala te alata, i zadržala noga radnika u slučaju poskliznuća.

Koristite stalno postavljene skele samo ako su propisno izvedene. Skela mora imati sve elemente zaštite, a posebno zaštitu od padova.



Pokretne radne platforme moraju također biti čvrste i sigurne sa zaštitnom ogradom za zaštitu od padova. Posebno moraju biti osigurane od neželjenog kretanja kada se koriste za rad na određenom mjestu. U takvom slučaju platforme se moraju zakočiti a kotači okrenuti na različite strane.

Pri premještanju pokretne platforme, skinite s nje sav teret, predmete i alat. Provjerite put po kojem će se platforma kretati. Pokretnu platformu premještajte samo guranjem, a nikako povlačenjem.

RAD NA STUPOVIMA

Radnici koji rade na održavanju električnih instalacija i uređaja veoma su često u prilici da, obavljajući svoj posao, rade na stupovima. Najčešće se, još uvijek, u nadzemnim mrežama niskog napona susreću drveni stupovi različitih oblika i izvedbi zavisno o namjeni. U novije vrijeme, u gradovima, koriste se uz drvene i betonski te čelični stupovi.

Glavna opasnost pri radu na stupovima, bez obzira na oblik, izvedbu ili materijal, svakako je pad radnika pri čemu, zbog visine stupa koja može doseći 10 m pa i više, može doći do vrlo teških ozljeda koje najčešće završavaju invalidnošću radnika ili smrću.

Do pada veoma često dolazi zbog neispravnih sredstava za penjanje i vezivanje radnika, tj penjalica i zaštitnog pojasa, ili zbog nepravilnog korištenja tih sredstava.

Neispravan ili oštećen stup također može predstavljati izvor opasnosti pri radu i to uglavnom zbog skrivenog oštećenja koje je teško ustanoviti.

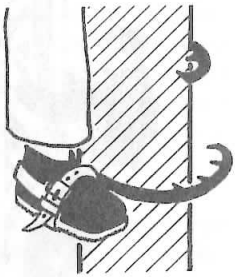
Nepravilnim radom na stupovima također se ugrožava sigurnost radnika.

U opasnosti su radnici koji se nalaze pod stupom i to uglavnom od pada alata ili materijala, zbog čega također može doći do težih ozljeda.

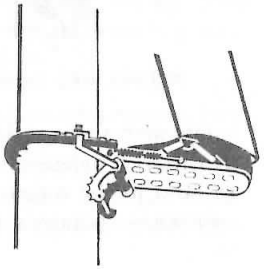
Da bi se spriječile navedene opasnosti, pri radu se mora poduzimati niz tehničkih mjera zaštite, koristiti odgovarajuća osobna zaštitna sredstva i primjenjivati sigurne radne postupke.

Penjanje na stup i spuštanje mora se obavljati isključivo pomoću ispravnih penjalica, a za vezivanje radnika moraju se koristiti samo za tu svrhu izvedeni zaštitni pojasevi. Ta sredstva moraju biti izvedena prema propisima i atestirana. Penjalice moraju biti čvrste, ispravne i bez oštećenih dijelova. Moraju biti odgovarajućih dimenzija prema stupovima za koje se koriste. Radnici pri radu s penjalicama, moraju koristiti čvrste visoke cipele. U novije vrijeme upotrebljavaju se univerzalne penjalice koje se jednostavnim zahvatom prilagođuju promijenjenom promjeru stupa, čak i u toku penjanja. Takve penjalice mogu se jednako koristiti na drvenim, kao i na stupovima iz drugog materijala, jer se sprega između stupa i penjalice stvara trenjem, a ne kao kod klasičnih penjalica zabadanjem šiljaka u stup. Kod takvih penjalica nisu potrebne posebne cipele, budući da se zahvatni moment ne prenosi na papuču penjalice.

Prije penjanja provjerite ispravnost penjalica. Nemojte koristiti oštećene penjalice, penjalice bez dijelova ili nestručno popravljene penjalice.

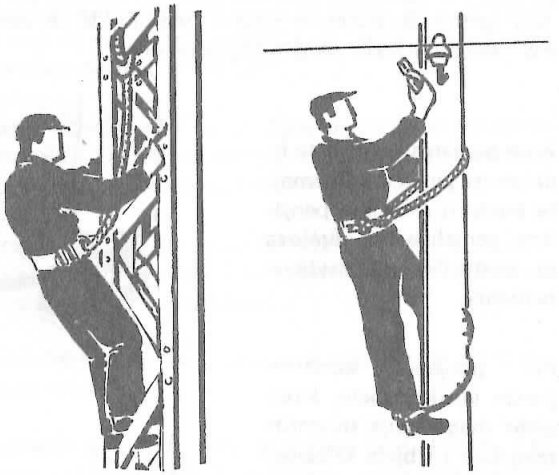


Pri penjanju koristite čvrste visoke cipele, kako biste mogli bolje učvrstiti penjalice i izbjeći klizanje. Nemojte nikada povezivati penjalice s cipelama užetom ili žicom, već isključivo čvrstim remenjem. Ako koristite univerzalne penjalice, pridržavajte se uputa proizvođača.



Sigurnosni pojasevi također moraju biti ispravni i namijenjeni isključivo radu na stupovima. Ne smije se, npr. pojas za vatrogasce koristiti za rad na stupovima, jer ta vrst pojasa nije predviđena za sprečavanje slobodnog pada radnika s veće visine. Pojasevi namijenjeni za rad na stupovima ne smiju se koristiti za druge svrhe npr za spuštanje u uske otvore i slično. Uže pojasa mora uvijek biti dobro pričvršćeno.

Sigurnosni pojasevi za penjanje na električne stupove mogu se razlikovati po specifičnoj namjeni, tj. da li su predviđeni za jednostruko ili za dvostruko ovješenje. Pojasevi za dvostruko ovješenje slabije su izvedbe i zbog toga se ne smiju koristiti pri radovima s jednostrukim ovješenjem. Nasuprot tome, pojasevi s jednostrukim



Jednostruko ovješenje

Dvostruko ovješenje

ovješenjem smiju se koristiti za radove s jednostrukim i s dvostrukim ovješenjem. Znak obavljenog atesta upućuje za koju je vrst ovješenja pojas predviđen. Kod primjene sigurnosnih pojaseva, treba se pridržavati slijedećih pravila:

Prije početka rada provjerite da li ima oštećenja na pojasu, ovjesnom užetu ili vezovima. Obratite pažnju da vam sigurnosni pojas kod svih radova prilježe udobno i sigurno. Zaštitite sigurnosni pojas od vlage, neposrednog utjecaja sunca ili drugog izvora topline, kao i od nagrizajućeg kemijskog djelovanja ili mehaničkog oštećenja.

Nemojte nikada koristiti sigurnosni pojas ili užeta u druge svrhe, npr. za vuču tereta.

Uže za ovješenje nemojte skraćivati vezivanjem čvorova.

Održavanju sigurnosnih pojaseva mora se pridavati posebna pažnja. Sve sigurnosne pojaseve treba jedanput u pola godine vizuelno pregledati i utvrditi da li na njima ima bilo kakvih oštećenja. Takve preglede smiju obavljati samo za to kvalificirane stručne osobe. O rezultatu pregleda treba voditi zapisnike i čuvati ih dok su pojasevi u upotrebi. Sigurnosne pojaseve, u pravilu ne treba upotrebljavati duže od pet godina, računajući od godine kada je izdan atest, naravski, ukoliko već ranije nisu postali neupotrebljivi.

Kod čišćenja sigurnosnih pojaseva ne smiju se primjenjivati postupci koji mogu dovesti do kemijskog ili mehaničkog oštećenja nosivih dijelova.

Pojaseve, koji su oštećeni padom nekog radnika, treba odmah povući iz upotrebe, kao i sve pojaseve koji su na neki drugi način postali neupotrebljivi.

Prilikom popravka oštećenih sigurnosnih pojaseva treba voditi računa o slijedećem:

Sve popravke moraju obavljati stručne osobe. Popravak mora obuhvatiti sve dijelove kod kojih je

čvrstoća dovedena u pitanje. Čvrstoća obnovljenih dijelova, kao i njihova veza s ostalim dijelovima sigurnosnog pojasa, ne smije biti slabija nego što je kod novih sigurnosnih pojaseva. Pri tom treba strogo poštovati odredbe isporučioca.

Zamjena užeta u predviđenom razdoblju trajanja sigurnosnog pojasa dopuštena je samo ako se to izvodi stručno, tako da ne dođe do bilo kakvog smanjenja čvrstoće sigurnosnog pojasa u cjelini, u odnosu na tvorničku izvedbu. Pri tom treba naročito imati na umu, da opterećenje sigurnosnog pojasa, prilikom pada radnika, bitno ovisi o elastičnosti užeta. Korištenje užeta sa smanjenim stupnjem razvlačenja predstavlja dakle veće opterećenje sigurnosnog pojasa koje ovaj često ne može izdržati. Prilikom popravljanja sigurnosnog pojasa korisno je od radionice tražiti pismenu potvrdu da je popravak izveden u skladu s propisanim standardima. Ovu potvrdu valja čuvati za cijelo vrijeme trajanja upotrebe popravljenog pojasa.

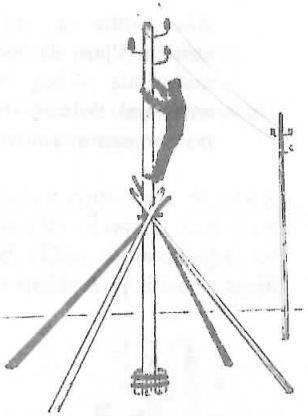
Prije penjanja na stup potrebno je ispitati ispravnost i čvrstoću stupa. Drveni stupovi mogu biti veoma opasni, jer naizgled mogu biti još neoštećeni i čvrsti, a imati natrulu jezgru ili neko drugo oštećenje koje se ne može odmah, okom, ustanoviti. Zato se vrlo često koristi praktičan pokus na zvuk pri čemu se, udaranjem čekićem po stupu, provjerava njegova ispravnost. Ispravan stup mora dati čvrst i zvonak zvuk.

Ako je utvrđena ispravnost stupa, penjanje može započeti bez posebnih priprema. No, ako postoji sumnja u ispravnost stupa, ako je stup jako star, te ako postoje uočljivi truli dijelovi, stup se prije penjanja mora poduprijeti, najčešće s tri do četiri vilice za dizanje ili pomoću posebnog tronožnog stalka. Takav postupak se primjenjuje naročito kod skidanja vodova sa stupa, jer tada stup više nema oslonca.

Ako se sa stupa skidaju vodovi samo s jedne strane, mora se računati s jednostranim opterećenjem stupa. U takvom slučaju, iako je stup ispravan, prije penjanja stup treba osigurati pomoću koloturnika ili ga također poduprijeti.

Ako je stup neispravan, ili ako samo sumnjate u njegovu ispravnost, nemojte se penjati na njega dok se na odgovarajući način ne osigura podnožje stupa te dok se stup ne podupre najmanje s tri strane.

Isto tako, stup mora biti osiguran ako s njega skidate sve vodove, a pogotovo ako ih skidate samo s jedne strane.



Kod radova na stupu ili na tlu u njegovoj blizini postoji, osim navedenih, još niz drugih opasnosti, kao što su npr. ozljede pri penjanju i radu s alatom, pad alata, opasnost od prometa, opasnost pri radu za vrijeme nevremena itd.

Pri radu na stupovima koriste odjeću tijesno priljubljenu uz tijelo i odgovarajuću, čvrstu obuću za penjalice.

U slučaju hladnoće ili vjetra upotrijebite zaštitne vjetrovke sa podstavom.

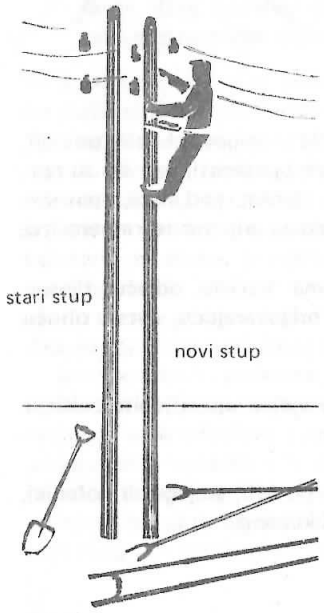
Ne penjite se na stup po kiši, snijegu ili poledici, jer postoji opasnost od klizanja.

Ne zadržavajte se na stupu ili njegovoj neposrednoj blizini za vrijeme oluje, zbog opasnosti od groma.

Alat pri penjanju ne nosite nikada u džepovima, već u posebnim torbama ovješenim o rame ili za pojas.

Ako radite na tlu uz stupove, obavezno nosite zaštitni šljem da biste se osigurali od pada alata ili materijala. Zbog istog razloga, nemojte alat ili materijal dobacivati na stup, već ga podižite uz pomoć užeta, a teže komade koloturom.

Kada se stari stup zamjenjuje novim, preporučljivo je novi stup postaviti neposredno uz stari. Novi stup treba na odgovarajući način postaviti i učvrstiti, a zatim s njega obavljati sve radnje na vodovima.



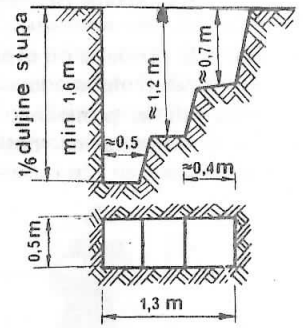
Ako je moguće, postavite novi stup uz stari, a sve radove na vodovima obavljajte isključivo s novog stupa.

Kod postavljanja stupova postoji niz opasnosti zbog čega se radovi, koje obavlja više ljudi, moraju izvoditi na odgovarajući način, pridržavajući se sigurnih radnih postupaka.

Tako je, npr. kod postavljanja novih jednostrukih stupova potrebno učiniti slijedeće:

Odredite smjer voda i označite položaj stupova.

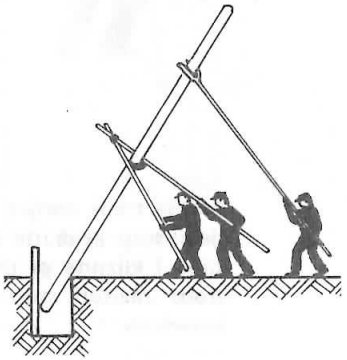
Postavite stup na stalak, izbušite rupe za izolatorske potpore, uvijte potpore s izolatorima.

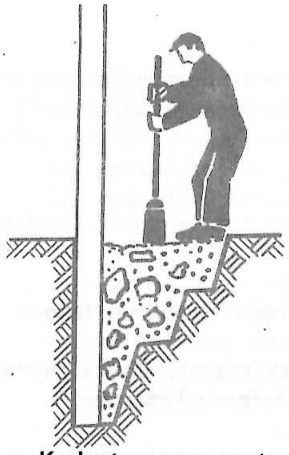


Kod kopane jame za stup

Postavite kliznu dasku u jamu, a donji kraj stupa položite na sredinu jame.

Podignite vrh stupa, dok pomagač istodobno pritišće kraj stupa prema dolje, vi i dalje podižite stup. Uprite motke ili viljuške i uspravite stup. Izvucite kliznu dasku i stup okrenite u ispravan položaj.

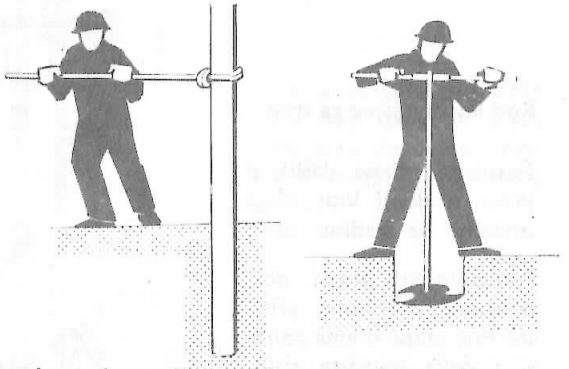




Zatrpajte jamu neprekidnim nabijanjem zemlje, a iskopano kamenje ponovno treba nabiti. Položite i zalijte i travu sa zemljom.

Kod vrtane rupe za stup

U razmaku od otprilike 0,5 m od vrtane rupe treba zabiti dasku, kao uporište za stup kod podizanja (ili je pomoćnik drži nogom). Donji dio stupa naslonite na dasku, vrh podignite. Viljuške ili

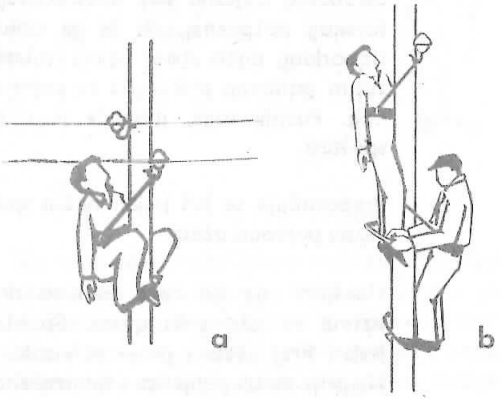


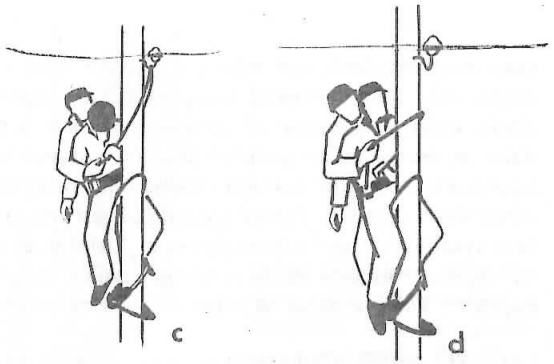
motke treba uprijeti i dalje podizati stup. Uspravljeni stup pridržite motkama, podignite ga iznad rupe i kliznite ga unutra. Ako je rupa preplitka, treba zavrtati stup. Jamu zatrpajte kako je već navedeno.

Iako se poduzmu sve mjere sigurnosti kod rada na stupovima, ipak ponekad može doći do ozljede zbog udara električne struje ili zbog vremenskih nepogoda. Zato je veoma važno proučiti ovu jednostavnu uputu o sigurnom i brzom načinu spasavanja unesrećenih s električnih stupova. Postoji niz mogućnosti da se unesrećeni vrlo brzo spusti s drvenog stupa. Uvjet je da spasilac na mjesto nezgode dođe s penjalicama i sigurnosnim pojasom. Tada postupa na jedan od slijedećih načina:

1) **Unesrećeni visi bespomoćno na stupu. (a)**

Ovjesno uže sigurnosnog pojasa, ovješeno preko izolatorskog potpornja, ne dopušta unesrećenom spuštanje niza stup. Spasilac treba prvo isključiti napon voda, ili barem napraviti kratki spoj, a zatim se penje visoko na stup, skida s unesrećenog penjalice (b) kako ga ne bi ometale u radu na spasavanju.





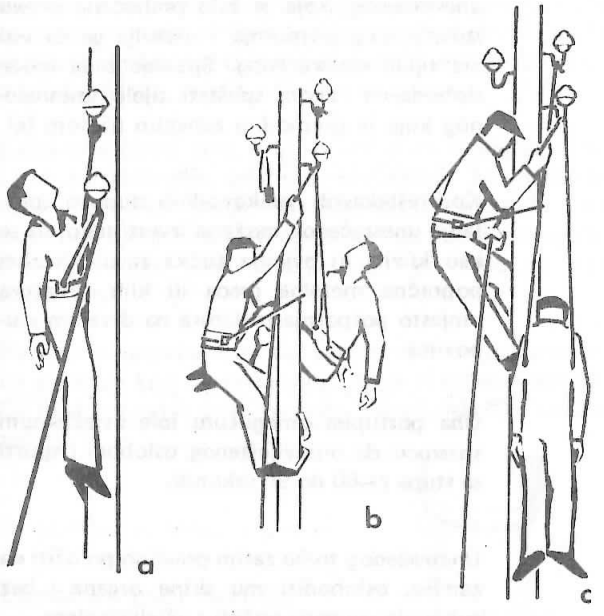
Zatim se spasilac penje dalje uza stup, okreće noge unesrećenog prema van i postavlja ga tako, da nogama obuhvati vlastito ovjesno uže (c). Spasilac se mora popeti tako visoko, da ovjesno uže unesrećenog dovoljno olabavi, da se kuka karabinera može izbiti.

Na sl. (d) prikazano je kako je spasilac oslobodio ovjesno uže unesrećenog s izolatorskog potpornja, da bi ga omotao oko slobodnog dijela stupa ispod izolatora pa ga zatim ponovno pričvrstio za pojas unesrećenog. Poslije toga, moguće je unesrećenog spuštati.

2) Preporučuje se još jedan način spuštanja sa stupa pomoću užeta:

Ukoliko nije pri ruci nikakvo drugo uže, uzima se uže s kolotura. Spasilac uzima jedan kraj užeta i penje se visoko na stup. Najprije skida penjalice s unesrećenog. Zatim kraj užeta prebacuje preko izolatorskog potpornja i to, ako je moguće, preko potpornja koji stoji iznad onog koji nosi ovjesno uže

unesrećenog, te kraj užeta vodi prema dolje i provlači ga kroz obje omče sigurnosnog pojasa unesrećenog a zatim opet prema gore, ali sada po mogućnosti do potpornja koji stoji iznad onog preko kojega je uže prvobitno prebačeno.



Na tom mjestu uže čvrsto veže (a). Spasilac sada zateže uže donjim krajem i čvrsto ga drži desnom rukom. Zatim presijeca ovjesno uže. Ako ovjesno uže ne može presjeći, onda hvata lijevom rukom unesrećenog sa zadnje strane za nogu oko bedara i prevrće ga na lijevu stranu. Pri tom, desnom rukom drži uže stalno nategnuto. Kod okretanja tijela

unesrećenog, olabavit će se njegovo ovjesno uže, pa sad spasilac može desnom rukom izbiti kuke karabinera, pri čemu ne smije nikako dopustiti da se zategnuto uže olabavi (b). Lijevom rukom uklanja ovjesno uže unesrećenog, koje je bilo prebačeno preko izolatorskog potpornja i ostavlja ga da visi niz tijelo unesrećenog. Spasilac sada može slobodnom rukom spuštati tijelo unesrećenog koje je prethodno zahvatio užetom (c).

Kod rešetkastih dalekovodnih stupova, spuštanje unesrećenog može se izvesti tako, da se kao klizna ili ovjesna točka za uže koristi poprečna metalna greda ili klin izolatora umjesto potpornja izolatora na drvenim stupovima.

Oba postupka omogućuju iole uvježbanom spasiocu da onesviještenog oslobodi i spusti sa stupa za 60 do 90 sekundi.

Unesrećenog treba zatim pravilno položiti na zemlju, osloboditi mu dišne organe i bez gubljenja vremena početi s oživljavanjem.

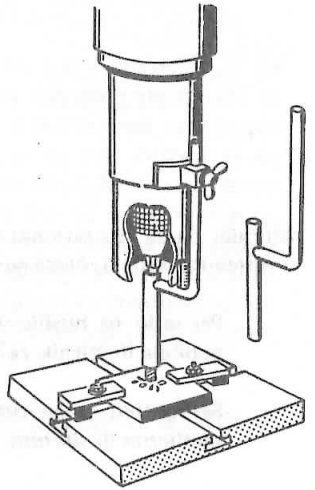
Ako se raspolaže boljim sredstvima, npr. koloturom ili dizalom, onda se, naravno, i takva sredstva na određen način mogu koristiti za spuštanje unesrećenog sa stupa.

KORIŠTENJE STROJEVA I ALATA

Strojevi i alati, koji se koriste pri radovima na održavanju električnih instalacija i uređaja u pogonu, nisu posebno složeni, jer se na tom radnom mjestu obavljaju uglavnom popravci ili izmjene dijelova. Od strojeva upotrebljavaju se stolna bušilica i brusilica, a od ručnog alata razne vrste odvijača, čekići, turpije, ključevi, noževi itd.

Bušilica je alatni stroj koji se koristi za izradu provrta, zatim za proširenje, odnosno razvrtavanje, za upuštanje rupa i rezanje navoja. Karakteristično je za tu vrst alatnih strojeva da alat vrši glavno i pomoćno gibanje iz čega proizlaze osnovne opasnosti pri radu na tim strojevima.

Na bušilici najveću opasnost predstavlja rotirajuće vreteno s alatom koji može zahvatiti kosu ili odjeću radnika. Da bi se otklonila ova opasnost, postoji nekoliko načina zaštite.

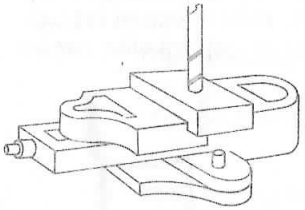


Obavezno treba koristiti tehničku zaštitu alata. Ako ne postoji zaštita vretena i alata, nosite kapu, odnosno maramu. Odjeća, naročito rukavi, mora biti stegnuta uz tijelo, odnosno zakopčana. Pri radu na bušilici ne smijete nositi šal, kravatu i slične predmete koje može zahvatiti rotirajući alat.

Za vrijeme rada na bušilici ne smiju se nositi zaštitne rukavice. Rukavice služe samo za zaštitu od posjeklina kod namještanja predmeta obrade. Namještanje, odnosno skidanje predmeta obrade, obavljajte samo dok stroj miruje.

Da bi se spriječile ozljede, koje su posljedica loma ili odbacivanja alata, potrebno je bušiti onim brojem okretaja koji odgovara promjeru rupe i materijalu koji se obrađuje. Za vrijeme bušenja mora biti osigurano obilno hlađenje alata. S posmakom, odnosno pritiskom alata, kod bušenja ne smije se pretjerivati. Oštrica alata mora biti ispravna, mora imati odgovarajući kut i ne smije biti tupa.

Pri radu na bušilici postoji i opasnost od okretaja i odlijetanja predmeta obrade, ako nije ispravno učvršćen.



Predmet obrade nikada ne držite rukama. On mora biti sigurno učvršćen u nekoj od pouzdanih naprava za stezanje na radnom stolu bušilice.

Budući da se pri bušenju stvara strugotina i da odlijeću čestice materijala, česte su ozljede očiju.

Pri radu na bušilici obavezno treba nositi zaštitne naočale ili štitnik za lice.

Strugotinu treba odstranjivati isključivo četkom, metlicom ili sličnim, za to predviđenim alatom.

Na bušilici postoji opasnost da odleti ključ iz stezne glave, ako ga radnik ne skine prije puštanja stroja u rad.

Odmah nakon stezanja predmeta, ključ izvadite iz stezne glave, ako nije izrađen s oprugom koja ga automatski izbacuje.

Pri mijenjanju brzine rada stroja postoji opasnost da otvoreni remenski prijenosi zahvate odijelo ili kosu radnika.

Nakon namještanja remena na odgovarajuće remenice, remenski prijenos mora se odmah zaštititi, tj. postaviti zaštitnu napravu na njezino mjesto.

Premještanje remena smije se obavljati samo dok stroj miruje, a to znači da se ne smije premještati ni kad se alat okreće s najmanjim brojem okretaja.

Radna površina treba biti uredna i nezakrčena, a predmete obrade i alat slažite na za to određena mjesta.

Pri radu na **brusilici** nema mnogo opasnosti, ali su posljedice nezgoda mnogo teže. Brusno kolo okreće se velikom brzinom, pa postoji opasnost od odlijetanja čestica u okolni prostor. Stoga su vrlo česte ozljede očiju. Da bi se spriječile ozljede očiju, koriste se veoma uspješna zaštitna sredstva, kao što su zaštitno staklo, zaštitne naočale i štitnici za oči i lice, koji se pri radu na brusilici moraju primjenjivati. Budući da zaštitno staklo, koje je obavezno na brusilici, nije uvijek dovoljno veliko, pa kraj njega sitne čestice mogu odletjeti u oko radnika, potrebno je nositi i zaštitne naočale.

Pri radu na brusilici obavezna je upotreba zaštitnog stakla i zaštitnih naočala.

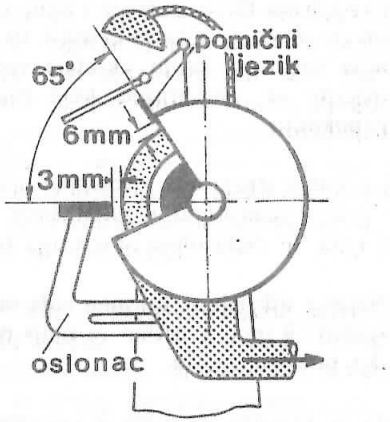
Rasprsnuće brusnog kola može prouzročiti veoma teške posljedice za radnika. Do nezgoda dolazi zbog nekoliko razloga:

- **postavljanje brusnog kola kojemu je najveći dopušteni broj okretaja manji od broja okretaja vretena brusilice;**
- **unutarnje napukline koje su nastale neispravnim transportiranjem ili montiranjem brusnog kola;**
- **neispravnog rada s novim brusnim kolom;**
- **uklještenje predmeta između brusnog kola i naslona;**
- **neispravno poravnavanje i istrošeno brusno kolo;**
- **prekomjerne vibracije itd.**

Može se zaključiti, da je za siguran rad na brusilici veoma važna povezanost tehničkih mjera zaštite i sigurnog radnog postupka, jer se samo jednom od tih mjera ne može postići potpuna sigurnost. Dovoljno čvrst i ispravno izveden oklop zadržat će rasprsnute komade brusnog kola. Zaštitni oklop mora stoga zadovoljiti slijedeće zahtjeve:

- **potpuno zatvarati brusno kolo, po obodu i sa strane;**
- **na gornjoj strani oklopa, što bliže obodu kola, mora se nalaziti pomični jezik (najveća dopuštena udaljenost 6 mm) koji sprečava odlijetanje komada kroz otvor;**

- **otvor na zaštitnom oklopu mora odgovarati normama, a to ovisi o vrsti brusilice, npr. na tzv. bravarskoj brusilici najveći otvor smije biti 90°, a od vodoravne linije, kroz središte vretena prema gore, taj kut smije iznositi najviše 65°;**



- **unutar oklopa mora se nalaziti prirubnica kojoj promjer iznosi najmanje 1/3 promjera brusnog kola;**

Treba spomenuti, da se kod nekih radova ne mogu koristiti brusilice sa zaštitnim oklopom, već se upotrebljavaju brusilice na kojima su postavljene sigurnosne prirubnice (konusne prirubnice). Obje prirubnice moraju biti istog promjera, koji iznosi najmanje 1/2 promjera brusnog kola.

Dok radite na brusilici, obavezno primijenite zaštitni oklop ili sigurnosne prirubnice.

Zaštitni oklop i sigurnosne prirubnice samo su krajnja tehnička mjera zaštite, koja treba spriječiti ozljeđivanje komadićima rasprsnutog brusnog kola. Međutim, da ne bi došlo do rasprsnuća, neophodno je pridržavati se i slijedećih mjera zaštite:

Prije početka rada uvjerite se da je na brusilicu postavljeno ispravno brusno kolo, tj. kolo s naljepnicom na kojoj se može utvrditi, da li broj okretaja kola odgovara broju okretaja vretena brusilice; uvjerite se, da brusno kolo nije oštećeno ili napuknuto.

Uzroci vibracija mogu biti: nedovljno učvršćenje brusilice na podu, nedovoljno uravnoteženo (izbalansirano) brusno kolo, ili nedovoljno učvršćenje kola na vreteno.

Najveća udaljenost brusnog kola od naslona smije iznositi 3 mm, a naslon se smije namještati samo dok brusilica miruje.

Pri radu na brusilici, prisutna je i opasnost od udisanja prašine koja se stvara kod suhog brušenja. Zato se prije početka brušenja mora uključiti uređaj za odsisavanje prašine. Kod novijih brusilica, uređaj za odsisavanje prašine povezan je s uređajem za puštanje stroja u rad, tako da se ne može započeti brusiti, ako se istovremeno ne uključi i uređaj za odsisavanje.

Najčešće korištena pomagala pri radovima na održavanju el. uređaja i instalacija svakako su i najrazličitije vrste **ručnog alata**. Pri radu s ručnim alatom postoji niz opasnosti, kao što su odlijetanje alata, odnosno njegovih krhotina, posjekline na oštrice alata, pad alata i sl.

Ove opasnosti prisutne su pri radu sa svakim ručnim alatom, ako se upotrebljava u neispravnom stanju, ako se koristi u pogrešne svrhe, ako se njime radi na nepravilan

način, ili se nepravilno nosi i odlaže. Neispravan alat je svaki oštećeni alat, npr. ključevi sa slomljenim ili istrošenim čeljustima, izvijači sa slomljenim ručicama, labavo usađene glave čekića, čekići s polomljenim drškima, tupe pile i slično. Alat se najčešće oštećuje zbog toga, što nije izrađen od materijala odgovarajuće kvalitete. Budući da se alati često upotrebljavaju u svrhe za koje nisu namijenjeni, npr. ključ umjesto čekića, kliješta umjesto ključa, nadalje turpija, nož ili dlijeto umjesto odvijača itd, pri radu postoji opasnost da se alat slomi ili ošteti, te pri tom ozlijedi radnika koji taj alat upotrebljava, ili čak radnike koji rade u blizini. Radnik najčešće upotrebljava alat u pogrešne svrhe zbog toga što nije opskrbljen alatom koji mu je potreban za obavljanje određenog posla, ili, što je veoma čest slučaj, alat nije pri ruci u trenutku kad mu zatreba.

Radnici često rade na nepravilan način, a posljedice su ozljede uslijed uboda ili udara alatom. Tipični su primjeri nepravilnog načina rada udaranje po sjekaču ili dlijetu kojem je oštrica usmjerena prema tijelu, rezanje nožem u smjeru tijela, odvijanje vijaka na predmetu koji se drži u ruci i slično. Nepravilno odlaganje alata na povišenim mjestima, po stolovima, policama i kutijama, nošenje noževa, dlijeta i drugog oštrog alata po džepovima radnog odijela, veoma je opasno, jer se radnik može ubosti ili tako odloženi alat može pasti na drugog radnika.

Svaki alat mora imati određeno mjesto na kojem se odlaže. Kod odlaganja na police ili u kutije, alat mora oštrim krajevima biti okrenut prema unutra, kako bi se spriječile ozljede prilikom vađenja alata. Naročito je potrebno pažljivo odlagati alate na povišenim mjestima. Alat se mora prenositi u kutiji za alat ili u torbi, odnosno u pojasu za alat, a nikako u džepovima. Oštri vrh, koji lako može nanijeti ozljedu mora biti okrenut prema gore. Dugački alat i alat nepravilnog oblika treba nositi u

platnenim vrećama. Da bi se spriječile nezgode pri radu s ručnim alatom, za svaki pojedini alat postoje pravila kojih se treba pridržavati.

Odvijači su najopasniji ručni alati. Budući da ih radnici ne upotrebljavaju samo za odvijanje, čemu su zapravo namijenjeni, nego i u druge svrhe, pri korištenju odvijača događa se velik broj nezgoda.

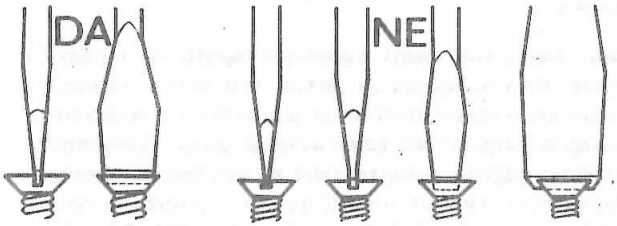
Veoma često radnici upotrebljavaju odvijače kao poluge, sjekače, dlijeta, probijače itd. Pri tom dijelovi odvijača pucaju i odlijeću, što može uzrokovati povrede očiju radnika.

Nikako ne upotrebljavajte odvijač umjesto dlijeta, poluge ili probijača.

Da bi se spriječile ozljede šake radnika, najvažnije je da odvijač bude ispravan, a to znači da ima glatku i dobro učvršćenu ručicu.

Nemojte upotrebljavati odvijač bez ručice ili s napuknutom ručicom.

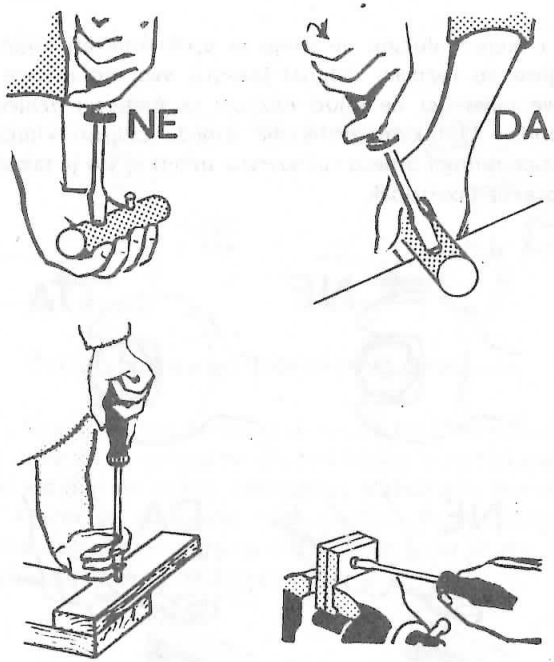
Česte ozljede ruku radnika izaziva upotreba neispravno brušenih oštrica odvijača, ili upotreba suviše malih odvijača, jer dolazi do sklizanja odvijača utora.



Upotrebljavajte odgovarajući odvijač za određeni posao.

Nemojte upotrebljavati odvijač sa savijenom, polomljenom ili tupom oštricom.

Radnici često ozljeđuju ruke kada rade na nepravilan način tj. kada predmet, na kojem rade odvijačem, pridržavaju rukom pa odvijač sklizne iz utora na glavi vijka.



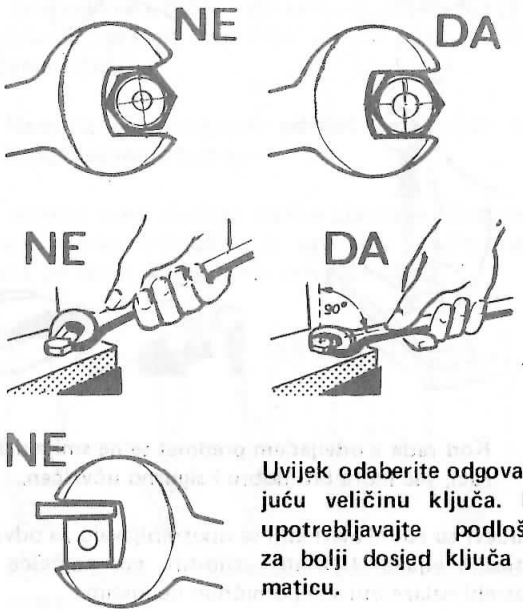
Kod rada s odvijačem predmet se ne smije držati u ruci, već mora biti dobro i sigurno učvršćen.

Ključevi su ručni alati koji se upotrebljavaju za odvijanje matica s vijaka. Ima ih različitih, no, najčešće se u upotrebi nalaze oni s nepomičnim čeljustima.

Budući da se ključevi često pogrešno upotrebljavaju umjesto čekića, oni se nakon takvog rada deformiraju, te postoji opasnost da se daljnjim takvim nepravilnim radom oštete čeljusti ključa, a njihovi dijelići odlete u oko radnika.

Ključeve upotrebljavajte samo za odvijanje, a ne i za udaranje umjesto čekića.

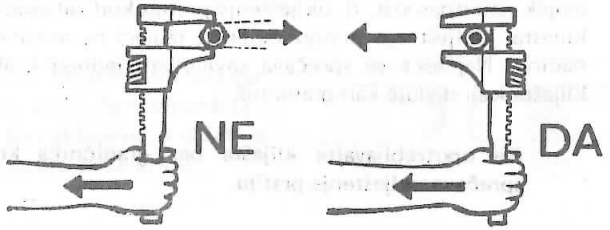
Ni u kojem slučaju ne smiju se upotrebljavati ključevi kojima su razmaci čeljusti (otvori) veći od matice ili glave vijka, jer će ključ kliznuti sa matice i ozlijediti radnika. U takvim prilikama između čeljusti ključa i matice radnici umeću raznovrsne umetke, što je također nepravilan postupak.



Uvijek odaberite odgovarajuću veličinu ključa. Ne upotrebljavajte podloške za bolji dosjed ključa na maticu.

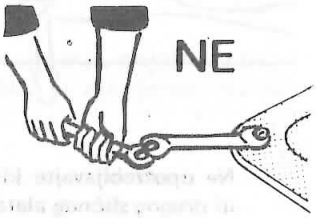
Za odvijanje matica upotrebljavajte samo ključeve u ispravnom stanju, bez napuklina, istrošenih čeljusti ili napuknutih ručica.

Kada se upotrebljavaju podesivi ključevi, tada ključ često sklizne s matice, ako su čeljusti okrenute suprotno od radnika, što također može uzrokovati ozljeđivanje radnika.



Čeljusti podesivog ključa okrenite prema sebi.

Ni u kojem slučaju ne smiju se ručice ključeva produživati cijevima ili polugama. Ručica ključa konstruirana je tako, da njezina dužina omogućava maksimalni moment pri kojem je obavljanje rada sigurno. Produživanjem ručice doći će do uništenja matice ili do loma ključa, što će prouzročiti ozljeđivanje radnika.



Ručice ključeva ne produžujte cijevima ili polugama.

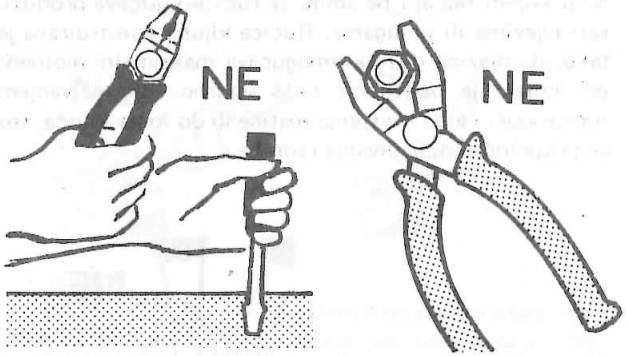
Vrlo je opasno ako radnik upotrebljava ključeve na predmetima ili strojevima koji su u pokretu. U takvim slučajevima ključ može biti odbačen, a radnik zahvaćen pokretnim dijelovima stroja, što također izaziva teške ozljede.

Ključeve ni u kojem slučaju ne upotrebljavajte na predmetima ili strojevima koji su u pokretu.

Postoje različite vrste **kliješta** a njihova upotreba izaziva uvijek istu opasnost, tj. uklještenje prstiju kod zatvaranja kliješta. Uklještenje prstiju može se izbjeći na nekoliko načina. Najčešće se sprečava savijanjem jednog kraka kliješta koji djeluje kao graničnik.

Ne upotrebljavajte kliješta bez graničnika koji sprečava uklještenje prstiju.

Ako se kliješta upotrebljavaju umjesto čekića, može doći do pucanja i odlijetanja dijelova kliješta u oči radnika.

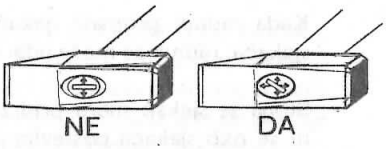


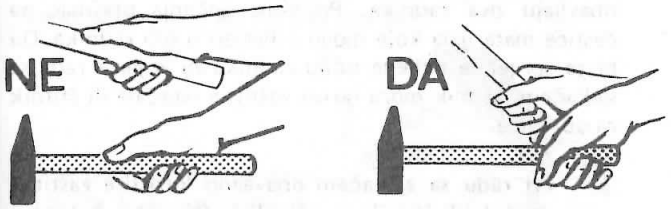
Ne upotrebljavajte kliješta umjesto čekića, ključa ili drugog sličnog alata.

Kod upotrebe električarskih kliješta postoji opasnost od udara električne struje, ako kliješta nisu izolirana, ili ako je izolacija oštećena. Takva kliješta ne smiju se upotrebljavati.

Pri radu s bilo kojom vrstom **čekića** postoji opasnost od odlijetanja alata iz ruku radnika kod zamahivanja. Takve nezgode najčešće se događaju pri radu s čekićem koji ima polomljenu dršku, ili zbog toga što se drška rasušila, što je masna, ili nije uklinjena.

Drška čekića mora biti glatka, čista, bez napuklina i dobro uklinjena, a držati je treba što bliže kraju.





Za svaki posao treba odabrati odgovarajući čekić. Prelagani čekić odskakivat će od materijala i vrlo lako može ozlijediti prste radnika.

Sjekači se upotrebljavaju za sječenje metala i zida, a izrađuju se iz najboljih čelika sa zakaljenom reznom oštricom i ukošenom glavom.

Da bi rad sa sjekačem bio siguran, neobično je važan izbor sjekača. Ako sjekač veličinom i težinom ne

odgovara debljini materijala kojeg treba sjeći, savijat će se, ili pomicati i poskakivati. Rezni brid sjekača mora biti oštar, a obostrano brušena rezna oštrica izvedena pod kutom od 60°.

Ako sjekač ne leži čitavom dužinom oštrice na predmetu koji se obrađuje, nego samo jednim dijelom ili vrhom, djelići rezne oštrice se otkidaju i odlijeću, pa lako mogu ozlijediti radnika.

Pri sječenju materijala pripazite da sjekač čitavom dužinom oštrice leži na materijalu.

Kada radnik promaši sjekač, ili kada čekić sklizne sa sjekača, radnik se može udariti čekićem po ruci.

Stoga se sjekač mora pridržavati sigurnosnim držačem, ili se oko sjekača postavlja podloga od spužvaste gume. Ova zaštitna mjera naročito je potrebna kada taj posao obavljaju dva radnika. Prilikom sječenja otkidaju se čestice materijala koje mogu odletjeti u oči radnika. Da bi se spriječile ozljede očiju radnika za vrijeme rada sa sjekačem, radnik mora nositi zaštitne naočale ili štitnik za oči i lice.

Pri radu sa sjekačem obavezno koristite zaštitne naočale ili štitnik za oči i lice. Pri radu gledajte u vrh sjekača, a ne na udarnu površinu.

Kako bi se spriječilo ozljeđivanje radnika letećim česticama materijala na obližnjim radnim mjestima, potrebno je oko tog radnog mjesta postaviti paravan koji sprečava odlijetanje čestica. Zbog mogućnosti odlijetanja predmeta ili loma čeljusti, predmet se mora učvrstiti u škripac, a sjekačem treba udarati paralelno s čeljustima.

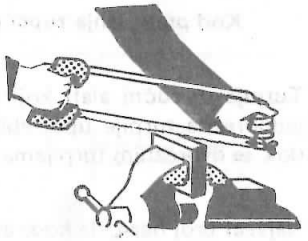
Čeona ploha sjekača često se „rascvate" , što može biti veoma opasno, jer ovi djelići pri udaru čekićem mogu odletjeti i povrijediti radnika.

Zabranjena je upotreba neispravnih sjekača, tj. sjekača s oštećenom („rascvjetalom") čeonom plohom.

Ručne pile za metal služe za rezanje predmeta od metala. Sastoje se iz okvira i lista pile. Okvir sprečava savijanje lista pile. Česte ozljede radnika izaziva pila koja odskače s predmeta, ako radnik, umjesto da ga učvrsti pridržava predmet rukama.

Predmet, koji ćete rezati ručnom pilom, najprije dobro i sigurno učvrstite.

Da se pila ne bi pomicala i ozlijedila ruku radnika, potrebno je prije rezanja turpijom izrezati početak u obliku slova V. Ako se zupci pile nisu okrenuli u smjeru rezanja, ili je izabrana pogrešna pila, tada pila poskakuje i može ozlijediti ruke radnika. Za mekani materijal treba upotrijebiti pilu s malim brojem zubaca, a što je materijal tvrđi, zupci moraju biti gušći.



Prije početka rezanja utvrdite da li je postavljen ispravan list pile, a zupci okrenuti prema naprijed.

Pile za drvo služe za rezanje drveta i drugih izolacionih materijala, a sastoje se iz lista pile i drvenog ili metalnog okvira.

Ozljede pri radu s pilama za drvo najčešće nastaju kada pila sklizne iz reza na ruku radnika. Izlijetanje pile iz reza može nastati iz više razloga, npr. nenaoštrena pila, razvrnuti zupci, neodgovarajuća pila prema vrsti posla itd.

Prije rezanja drveta treba pregledati da li je pila dobro naoštrena i da li su zupci razvrnuti. Rezanje se vrši u smjeru prema naprijed.

Do čestih ozljeda radnika dolazi uslijed pada pile kada se ona vješa na labave čavle.

Pila se ne smije vješati na labave čavle, naročito ne iznad glave.

Radnici se veoma često mogu ozlijediti zupcima pile, ako se pila ostavlja na podu, ili ako strši izvan stola, kao i kod prenošenja pile.

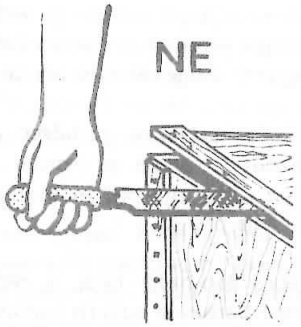
Pila se ne smije ostavljati na podu, ne smije stršati van stola. Treba je odlagati na za to predviđena mjesta.

Kod prenošenja zupci pile moraju se zaštititi.

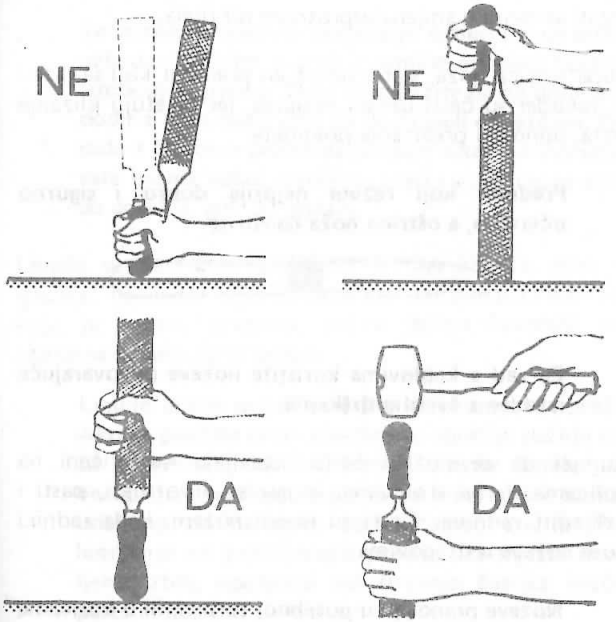
Turpije su ručni alati koji služe za skidanje materijala: jednorezne turpije upotrebljavaju se za lake materijale, dok se dvoreznim turpijama režu tvrdi materijali i legure.

Najveći broj nezgoda kod rada s turpijom događa se zbog toga, što na turpiji uopće ne postoji ručica, ili je slabo nasađena, ili je pak polomljena. Kod upotrebe ovakvih turpija često dolazi do ozljede dlana šiljkom.

Turpije se često oštećuju kad se pogrešno upotrebljavaju umjesto poluge, dlijeta, izvijača ili nekog drugog alata, čime rad postaje nesiguran.



Upotrebljavajte samo ispravne turpije i samo za svrhe kojima su namijenjene.



Nepravilno nabijanje ručice na turpiju često uzrokuje ubode na šaci radnika. Ova se opasnost može izbjeći, ako se pri nasađivanju rukom pridržava turpija, a ručicom udara o neku podlogu.

Pri turpijanju veoma je važan pravilan način držanja turpije: jednom se rukom čvrsto uhvati ručica, a palac i kažiprst druge ruke koriste se za njeno vođenje.

Rad s **noževima** prilično je opasan, jer ruka može kliznuti s ručice na oštricu. Najčešće se tako ozljeđuju prsti. Zbog toga nož mora imati štitnik kojim se sprečava klizanje prstiju.

Nepravilan način rada, tj. rezanje u smjeru prema tijelu, često uzrokuje ozljede radnika zbog toga što nož sklizne s predmeta koji se reže. Da bi se takve ozljede spriječile, rezati se mora u smjeru suprotnom od tijela.

Tupa oštrica noža, slabo učvršćen predmet koji se reže i sl. također su česti uzroci nezgoda, jer uvjetuju klizanje noža, odnosno prevrtanje predmeta.

Predmet koji režete najprije dobro i sigurno učvrstite, a oštricu noža naoštrite.

Za rad s kablovima koristite noževe odgovarajuće izvedbe s čvrstim drškama.

Budući da se noževi često ostavljaju nezaštićeni na policama ili na stolovima, mogu se otkotrljati, pasti i ozlijediti radnika. Česti su ubodi nožem, kada radnici nose noževe u džepovima.

Noževe prenosite u posebnoj torbici, ili u koricama za noževe, a odlažite ih samo u kutiju za noževe, a ne na stol ili na policu.

Benzinske lampe još uvijek se često koriste kod raznih električarskih radova na održavanju. Kako se za pogon

tog alata koristi benzin, čije su pare lako zapaljive a pod određenim uvjetima i eksplozivne, pri radu postoji opasnost od opeklina i od eksplozije. Zato se lampom mora pažljivo rukovati, pridržavajući se pri tom općih uputa sigurnosti i uputa proizvođača.

Lampu zagrijavajte pažljivo, isključivo izgaranjem tekućine na određenom mjestu. Nikada nemojte politi cijelu lampu zapaljivom tekućinom i zapaliti je, ili lampu stavljati u vatru (npr. kovačku vatru) zbog zagrijavanja.

To može uzrokovati eksploziju lampe i time teške ozljede. Također postoji opasnost od mase koja se lampom zagrijava. Zbog toga pazite da ne dođete u dodir s tom materijom da bi izbjegli opekotine. Pri radu s lampom pazite da plamen nikad ne usmjeravate prema nekoj zapaljivoj tvari i sl. jer može doći do gorenja, pa i do požara.

Lemila su alati koji se također mnogo koriste. Ako se izuzme, na ovom mjestu, opasnost od električne struje koja je veoma prisutna, ostaje jedina opasnost od opeklina i eventualno požara.

Lemilo držite uvijek za dršku kako se ne bi opekli. Ako ga pružate svom suradniku, obratite pažnju na tu okolnost. Kad ne lemite, stavite lemilo na nezapaljivu podlogu, sigurnu od prevrtanja i toliko udaljenu da ne dođe do slučajnog dodira. Pri lemljenju ne približavajte previše lice mjestu lemljenja zbog opasnosti od štrcanja čestica vruće paste ili kositra.

Sve veća upotreba **mehaniziranih alata**, pored svih pogodnosti, kao što su npr. brži i kvalitetniji rad, stvara i sve veću opasnost.

Ručni mehanizirani alat, koji se danas sve češće koristi, zadržao je sve opasnosti ručnog alata iste vrste, no kod njega se, s obzirom na vrstu pogona, pojavljuju nove opasnosti, kao što su: prašina, buka, vibracije, rotirajući dijelovi, udar električne struje, pad alata, požar, eksplozije itd.

Mehanizirani alat veoma je teško konstruirati tako da se izbjegne svaka opasnost. Stoga proizvođači, uz svaku vrstu alata, dostavljaju i upute za upotrebu i održavanje.

Radnici koji rade s mehaniziranim alatima treba da su dobro uvježbani, jer je rad s ovom vrstom alata mnogo brži, a ozljede koje mogu nastati mnogo teže, nego kod rada s ručnim alatima. Električni alati koriste se svuda gdje je moguć priključak na električnu mrežu. Međutim, taj alat često uzrokuje nezgode, koje završavaju ozljedama, požarima, a nerijetko i smrću radnika. Na ovom mjestu bit će govora samo o mehaničkim izvorima opasnosti, dok će o električnoj struji biti govora na drugom mjestu.

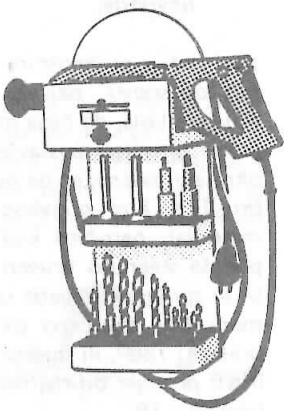
Teške ozljede nastaju i kod dodavanja alata, koji nije isključen iz pogona, drugom radniku budući da je prisutna opasnost od zahvaćanja rotirajućim dijelom alata.

Mehanizirani alat obavezno isključite iz pogona kada ga dodajete drugom radniku.

Budući da se mehanizirani alati upotrebljavaju i kao stabilni alati na raznim postoljima i s raznim priključcima, opremljeni su osiguračem kojim se za vrijeme rada blokira tipkalo za uključivanje. Kada se, međutim, s alatom radi ručno (bez stalka i bez priključnih naprava) ne smije se osiguračem blokirati tipkalo za uključivanje, jer se u slučaju pada, alat neće isključiti iz rada, pa rotirajući dio može zahvatiti radnika i ozlijediti ga.

Slična opasnost postoji i kod nestanka električne struje, ako radnik blokira tipkalo za uključivanje. Naime, ponovnim dolaskom struje alat će se iznenada aktivirati pa rotirajući dio alata može zahvatiti radnika.

Budući da je mehanizirani alat relativno težak, postoji velika opasnost od ozljeđivanja, ako se alat odlaže na povišena mjesta, a da se pri tom ne postave odgovarajući držači. Uslijed vibracija ili nehotičnog udara, alat može pasti na radnika koji radi s tim alatom ili na radnike koji slučajno prolaze.



Nakon završetka rada mehanizirani alat ne odlažite slobodno na povišena mjesta, nego u za to predviđene držače, stalke ili kutije.

Pri radu s mehaniziranim alatima na povišenim mjestima postoji opasnost od pada radnika zbog nepravilnog rukovanja alatom i slično.

Kod rada s prijenosnom električnom bušilicom, osim opasnosti koje su već spomenute, postoje i neke specifične opasnosti.

Pri tom je posebno opasno kad radnik obuhvaća svrdlo rukom radi usmjeravanja, ili kad pri radu s bušilicom nosi zaštitne rukavice koje svrdlo može zahvatiti.

Pri radu s bušilicom ne obuhvaćajte svrdlo rukom u svrhu usmjeravanja. Nošenje zaštitnih rukavica zabranjeno je.

Radnici pri bušenju najčešće ne učvršćuju predmet koji se buši, pa se predmet pomakne, što lako može uvjetovati ozljedu radnika, bilo predmetom koji se buši, bilo rotirajućim alatom.

Prije početka bušenja predmet dobro i sigurno učvrstite.

Kod rada s prijenosnim brusilicama, osim ranije navedenih opasnosti, najveća opasnost prijeti od rasprnuća brusnog kola, do čega može doći iz više razloga, npr. kad je na brusilicu postavljeno brusno kolo kojem je broj okretaja, naznačen na naljepnici, manji od broja okretaja brusilice; kod prejakog pritiskivanja brusnog kola na materijal, naročito kad je kolo hladno (rano ujutro); previše stegnuto brusno kolo prilikom montaže itd. Da bi se spriječile ozljede radnika od rasprsnutog kola, ono mora biti zaštićeno oklopom, kojem otvor ne smije prelaziti 180°, ili sigurnosnim prirubnicama, koje moraju imati promjer od najmanje 1/2 promjera brusnog kola i nagib 1 : 16.

Nemojte raditi na brusilici koja nije ispravno zaštićena.

Ne brusite sa prevelikim pritiskom, naročito ako je brusno kolo hladno.

Veliku opasnost od rasprsnuća kola predstavljaju unutarnje napukline koje nastaju zbog neispravnog uskladištenja, ili što je još češće, kod prijenosa brusilice, kada se brusnim kolom udari o neki tvrdi predmet, ili pak, brusilica padne na pod.

Kod prijenosa ili odlaganja brusilice pazite da ne dođe do udara brusnog kola o neki tvrdi predmet, odnosno da brusilica ne padne na pod.

Budući da se brušenjem stvaraju sitne čestice koje mogu ozlijediti oči radnika, radnici moraju prilikom brušenja nositi sredstva za zaštitu očiju.

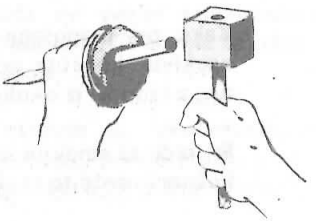
Pri radu s brusilicom obavezno koristite zaštitne naočale.

KOPANJE ZIDA

Za postavljanje električnih instalacija ili uređaja u zid ili na zid često je potrebno kopati pomoću sjekača i čekića ili ga bušiti električnom udarnom bušilicom. Najčešća opasnost koja se javlja pri tom poslu, uz ostale, je upadanje čestica u oko ili po licu te udarac čekićem po ruci.

Pri kopanju zida svakako koristite zaštitne naočale za ručne radove sa sigurnosnim staklom.

Sjekač neka uvijek bude naoštren, a udarna površina obrušena bez „rascvjetanih" dijelova.



Ako je potrebno, na sjekač stavite štitnik od tvrde gume koji će vas zaštititi od slučajnog udarca čekića.

UPOTREBA ZALJEVNIH MASA I SMOLE

Kabelske mase, odnosno smole često se koriste pri održavanju pogona za zalijevanje kablovskog pribora. Kabelske mase zagrijavaju se prije korištenja pri čemu postoji niz opasnosti, od opeklina radnika do mogućnosti nastanka požara u pogonu.

Smole se koriste na normalnoj temperaturi, ali u neposrednom dodiru s kožom može doći do oštećenja kože lakim opeklinama.

Zbog toga se pri radu treba pridržavati određenih mjera sigurnosti.

Kod zagrijavanja kabelske mase nemojte nikad koristiti provizorno izvedeno „ognjište" zbog opasnosti od požara i prevrtanja posude. Za taj posao koristite izvedenu stabilnu pećicu na pogon plinom (butan) iz boce. Masu ne zagrijavajte u limenkama od ambalaže a pogotovo ne neotvorene limenke, već u posebno izvedenim posudama kod kojih je površina gornjeg otvora jednaka površini dna.

Pri zagrijavanju, pazite na opasnost od prskanja mase i mogućnost njenog zapaljenja, što može dovesti do požara.

Kako pri prenošenju mase postoji opasnost od opeklina, koristite pri radu osobna zaštitna sredstva, a radnike iz okoline upozorite na opasnost.

Pri radu sa smolom izbjegavajte neposredni dodir s kožom i naročito sa sluzokožom.

Ako je došlo do dodira, odmah odstranite smolu krpom ili vatom, operite toplom vodom i sapunom, te odmah zatražite liječničku pomoć.

Pazite! Zatvorene prostorije u kojima se radi sa smolama treba dobro provjetravati.

ODMAŠĆIVANJE I PRANJE DIJELOVA

Čišćenje i pranje dijelova uređaja, npr. ležajeva elektro—motora, može biti veoma opasno, ako se za taj posao koriste neodgovarajuća sredstva i primjenjuju nesigurni postupci. Za čišćenje se mogu koristiti razna sredstva: otopine deterdženata u vodi, vodena para, različita otapala, kao što su benzin, nafta, trikloretilin i sl., a postupci mogu biti štrcanje pod tlakom, uranjanje te pranje pomoću kista, četke ili krpe. Svaki od spomenutih načina čišćenja ili odmašćivanja dijelova može predstavljati opasnost za zdravlje, npr. otrovanje, opekline, oštećenja kože i sl. i opasnost od požara i eksplozije.

Najveća opasnost, smatra se, prijeti od motornog tzv. etiliziranog benzina ako se upotrebljava za čišćenje i pranje.

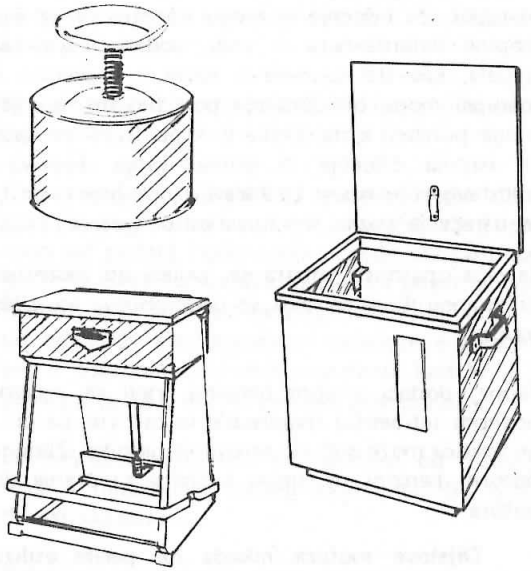
Naime, dodaci u tom benzinu (radi se uglavnom o olovnom tetraetilu) izvanredno su otrovni, pa pri udisanju čestica može doći do otrovanja radnika. Zbog toga se motorni benzini ne smiju koristiti za pranje dijelova motora.

Dijelove motora nikada ne perite etiliziranim benzinom; u tu svrhu koristite specijalne benzine (marke 00) ili druga otapala.

Osim etiliziranog benzina, otrovna su, iako manje, i ostala otapala, npr. trikloretilen, perkloretilen i sl. Njihova upotreba ipak je dozvoljena za pranje dijelova,

ali se ne smije dozvoliti širenje para u radni prostor. Zbog toga treba usvojiti pravilo da se čišćenje i pranje dijelova mora obavljati u posebnim posudama ili tankovima s poklopcima u blizini uređaja za odvođenje štetnosti, kako radnici ne bi bili prisiljeni udisati štetne pare.

Pri čišćenju dijelova krpom ili spužvom postoji velika opasnost od isparavanja. Zbog toga se danas za takvo čišćenje koriste posebne posude s tavom. Pritiskom na tavu istiskuje se potrebna količina tekućine na postavljenu krpu ili spužvu.



Nemojte koristiti otapala u otvorenim posudama, ako niste osigurali dobro ventilaciju prostorije. Za pranje koristite posebne posude ili tankove s poklopcima.

Osim otrovanja pri pranju i čišćenju dijelova postoji opasnost od površinskih oštećenja kože zbog dodira s otapalima. Zbog toga se pri takvim radovima moraju koristiti zaštitne rukavice od neoprena, a korisno je i premazivanje ruku zaštitnom kremom. Upotrebljena otapala ne smiju se ulijevati neposredno u kanalizaciju. Najsigurnije ih je odvoziti na sigurna mjesta i odlagati, odnosno uništiti, vodeći pri tome računa o sigurnosti okoline.

Pri radu na čišćenju i pranju dijelova raznim otapalima obratite pažnju na njihova svojstva.

Upoznajte se s njima i primijenite potrebne mjere zaštite. Zahtijevajte pisane upute za rukovanje pojedinim sredstvima.

Ako osjetite znakove trovanja, zatražite liječničku pomoć.

RAD S AKU–BATERIJAMA

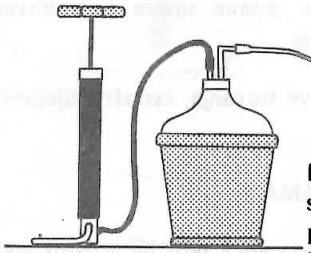
Opasnosti, koje postoje pri radu s aku–baterijama, mogu se uglavnom svrstati u tri grupe: opasnost od neposrednog dodira tijela, odnosno kože radnika s kiselinom ili lužinom, opasnost pri udisanju plinova, para i prašine što se pojavljuju pri popravcima i punjenju aku–baterija, te opasnost od požara i eksplozije uslijed pojave eksplozivne smjese u zraku pri punjenju.

Jedan od najčešćih slučajeva kod kojih radnici mogu doći u neposredan dodir s kiselinom i lužinama je pripremanje elektrolita, odnosno rukovanje posudama s kiselinom pri transportu, pretakanju, nadolijevanju i sl.

Kiselinu treba uvijek držati u odgovarajućim (staklenim) posudama, koje uvijek moraju biti zatvorene poklopcima (čepovima). Pretakanje iz takvih posuda mora se obavlja-

ti pomoću tzv. **ljuljačke** na koju posuda mora biti dobro učvršćena, čime se postiže zaštita od prevrtanja ili razbijanja posude kao i od zapljuskivanja, štrcanje i prelijevanje tekućine. Na posudi mora biti postavljen čep naročite konstrukcije, koji će sprečavati zapljuskivanje i štrcanje tekućine.

Pretakanje kiselina može se vršiti i ručnim crpkama koje su pri upotrebi sigurnije od ljuljački. Na posudu se postavlja čep posebne izvedbe s jednom cijevi za dovod zraka, te odvodnom cijevi za tekućinu koja dopire skoro do dna posude. Danas postoje i crpke specijalne izvedbe za pretakanje jetkih tekućina.



Nemojte nikada ustima isisavati zrak iz cijevi radi pretakanja otrovnih i jetkih materijala.

Transportiranje tekućina treba se vršiti pomoću posebnih kolica na kojima su posude dobro pričvršćene, da bi se spriječilo prevrtanje i razbijanje posuda. Podizanje posuda i prenošenje u samoj radionici trebaju obavljati uvijek po dva radnika.

Kod pripremanja elektrolita za olovne akumulatore najveću opasnost predstavlja prskanje kiseline po tijelu ili u oči zbog neodgovarajućeg postupka. Naime, kod pripremanja otopine sumporne kiseline, kiselina se mora u tankom mlazu ulijevati u destiliranu vodu uz stalno miješanje odgovarajućim priborom (npr. staklenim štapom).

Pazite! Sumpornu kiselinu morate uvijek ulijevati u destiliranu vodu. Nikada obratno!

Kod obratnog postupka, kad se voda ulijeva u kiselinu, došlo bi do vrlo brze reakcije pri čemu bi voda počela ključati, pa bi kapljice vode i kiseline prskale na sve strane.

Kod pripremanja elektrolita za čelične akumulatore najčešća opasnost od dodira nastaje pri ručnom drobljenju i usitnjavanju jetkog kalijevog hidroksida. Zbog toga se takvi radovi moraju obavljati pomoću uređaja za usitnjavanje koji moraju biti dobro zatvoreni a po potrebi i opskrbljeni prikladnom ventilacijom. Otapanje kalijevog hidroksida treba vršiti u čistoj posudi od čelika, stakla ili plastične mase, nalijevanjem destilirane vode. Kalijev hidroksid mora se čeličnim ili staklenim štapićem miješati do potpunog otapanja.

Do neposrednog dodira s kiselinom i lužinom može doći pri nadolijevanju aku–baterija. Zbog toga se taj posao mora obavljati pomoću manjih odgovarajućih posuda (menzura) i lijevaka ili pomoću ručnih crpki. Za dolijevanje može se uspješno upotrebljavati i staklena cjevasta posuda s gumenom kruškom.

Pri prenošenju aku–baterija također može doći do prolijevanja elekrolita, i tako do neposrednog dodira kože ili sluznice s jetkim materijama. Zbog toga je

nophodno potrebno aku–baterije prevoziti posebnim kolicima, naročito na veće udaljenosti. Ručno prenošenje trebalo bi dozvoliti samo u radionici i to uz sudjelovanje dvaju radnika.

Za prijevoz aku–baterija na veće udaljenosti koristite posebna kolica, na kojima su baterije dobro pričvršćene.

Osim opisanih mjera zaštite od neposrednog dodira s kiselinama i lužinama, radnici pri radu moraju upotrebljavati i posebna sredstva zaštite, i to:

- **zaštitne naočale s nepropusnim okvirom za zaštitu očiju od upadanja čestica,**
- **zaštitne gumene rukavice s pet prstiju, teške izvedbe za zaštitu ruku od neposrednog dodira s kiselinama i lužinama,**
- **plastični štitnik za podlakticu,**
- **zaštitnu plastičnu pregaču za zaštitu tijela od neposrednog dodira s kiselinama i lužinama,**
- **zaštitne cipele s čeličnom kapicom za zaštitu stopala pri padu aku–baterija.**

Na kraju treba reći, da se u slučaju dodira kože s kiselinama i lužinama mjesta dodira trebaju vrlo brzo osušiti i isprati velikom količinom vode.

Ako čestica kiseline ili lužine upadne u oko, potrebno je isprati ga velikom količinom vode na posebnoj slavini za ispiranje.

Kod svakog dodira kiseline ili lužine s kožom ili sluzokožom (očima) potrebno je hitno zatražiti liječničku pomoć.

U slučaju upada čestica kiseline ili lužine u oko, isperite ga velikom količinom vode na posebnoj slavini za ispiranje.

Pri punjenju aku–baterija razvija se velika količina plinova i para koje mogu imati štetno djelovanje na organizam radnika, naročito na dišne organe i oči.

Kod popravka aku–baterija može se pojaviti i određena količina olovne prašine i olovnih para koje također imaju štetno djelovanje na organizam.

Zbog toga se zahtijeva da se punjenje aku–baterija obavlja u odvojenim prostorijama koje imaju izvedenu ventilaciju za odvođenje štetnosti izvan prostorije.

Isto tako, zahtijeva se da se popravci aku–baterija kod kojih se pojavljuje prašina ili pare olova, obavljaju na mjestu gdje je provedena ventilacija kojom se štetnosti odvode neposredno s mjesta nastajanja.

Koristite ventilaciju koja je provedena u prostorijama za popravke te u prostorijama za punjenje aku–baterija.

Zaštita od požara i eksplozije pri radu s aku–baterijama provodi se uglavnom u prostorijama za punjenje zbog toga što se kod tog procesa stvaraju plinovi koji se mogu zapaliti i eksplodirati.

Zbog toga se, prije svega, treba spriječiti nastajanje koncentracije eksplozivnih plinova u prostoriji za punjenje. To se postiže ventilacijom o kojoj je bilo govora.

Zatim treba spriječiti pojavu iskre ili otvorenog plamena u prostoriji za punjenje. Zbog toga u prostoriji nije dozvoljeno pušenje, unošenje otvorenog plamena, upotreba lemila i grijalica s otvorenim plamenom ili električnih grijalica s otvorenim grijačima i sl.

Na vratima prostorija gdje postoji opasnost od eksplozivnih plinova mora se nalaziti ploča upozorenja s tekstom „Aku–stanica", „Ne ulazite s otvorenim plamenom" i „Pušenje zabranjeno".

Pridržavajte se zabrana pri radu s aku–baterijama.

Paljenje eksplozivne smjese može uzrokovati i iskra koja nastaje zbog lošeg spoja na priključcima aku–baterija pri punjenju. Zbog toga aku–baterije pri punjenju ili formiranju moraju biti spojene pomoću posebnih stezaljki kod olovnih akumulatora ili posebnih naglavaka kod čeličnih akumulatora kojima se sprečava iskrenje.

Nemojte nikada spajati aku–baterije omatanjem žice oko kontakta. Koristite odgovarajuće stezaljke.

Iskrenje može nastati i zbog neodgovarajuće električne instalacije, rasvjete i ostalih električnih uređaja kao što su ispravljači, generatori, elektro–motori itd. Zbog toga se električna instalacija u prostoriji za punjenje ili formiranje mora izvesti tako, da je zaštićena od iskrenja, a uređaje je najsigurnije smjestiti u posebnu prostoriju.

OPASNOSTI I MJERE ZAŠTITE OD ELEKTRIČNE STRUJE

ELEKTRIČNA STRUJA I ORGANIZAM ČOVJEKA

Otpor čovječjeg tijela

Tijelo čovjeka predstavlja određen otpor prolazu električne struje. Kod suhe, neozlijeđene kože otpor tijela čovjeka iznosi od oko 40.000 oma do oko 100.000 oma.

Otpor kože čovjeka zavisi o slijedećim osnovnim faktorima:

- čistoći i vlažnosti kože,
- žuljevitosti i debljini kože,
- površini dodira i pritiska na elektrode,
- jakosti i vrsti struje,
- dužini trajanja prolaza struje kroz tijelo,
- visini napona,
- frekvenciji i
- općem stanju živčanog sustava čovjeka.

Suha čovječja koža predstavlja najveći otpor električnoj struji. Prolazeći kroz kožu, struja se dijeli na niz paralelnih grana i prolazi po unutrašnjem tkivu koje ima manji otpor. Različite ogrebotine i ozljede kože dovode do značajnog sniženja cjelokupnog otpora tijela čovjeka. Tako npr. pri prolazu struje kroz mjesto s ozlijeđenom kožom otpor tijela snizit će se sa 90.000 oma, koliko iznosi otpor pri normalnom stanju kože, na svega 640 oma. Otpor unutrašnjih dijelova tijela od ruku do nogu iznosi od 400 do 600 oma, a otpor od uha do uha svega oko 100 oma.

U slijedećoj tablici prikazana je zavisnost otpora tijela od visine napona za vlažne i suhe ruke kod izmjenične struje 50 Hz na putu struje ruka–ruka.

Napon u voltima	Vlažne ruke		Suhe ruke	
	Jakost struje u mA	Otpor u Ω	Jakost struje u mA	Otpor u Ω
10	1,0	10.000	–	–
20	2,2	9.100	–	–
30	13,5	2.200	–	–
40	20,5	1.950	–	–
50	nepodnošljivo	–	0,1	500.000
60	–	–	0,8	750.000
70	–	–	1,8	39.000
80	–	–	10,0	8.000
90	–	–	nepodnošljivo	–

Iz tablice je vidljivo da je otpor tijela daleko veći kod suhih ruku nego kod vlažnih. Pri prolazu struje kroz tijelo čovjeka koža se zagrijava, izlučuje se znoj, što pridonosi smanjenju otpora tijela. Pri naponu od 250 V i više otpor tijela može se smanjiti i do vrijednosti od oko 800 do 1000 oma. Zbog toga se u proračunima za otpor čovječjeg tijela obično uzima vrijednost od 1000 oma.

Jakost struje koja protječe kroz tijelo

Djelovanje električne struje na čovječji organizam može biti:

- toplinsko (opekline),
- mehaničko (oštećenje tkiva) i
- kemijsko (elektroliza).

Osim toga, struja može imati biološko djelovanje, izaziva grčenje mišića, prekid disanja itd.

Osnovni faktori o kojima zavisi utjecaj električne struje na organizam jesu:

- jakost struje koja protječe kroz tijelo,
- dužina trajanja prolaza struje kroz tijelo
- frekvencija,
- put prolaza struje kroz tijelo i
- individualna svojstva organizma čovjeka.

Na tablici, koja slijedi, prikazan je način djelovanja struje različite jakosti na čovječji organizam na putu struje ruka–ruka, ruka–noga:

Jakost struje u mA	Izmjenična struja 50 Hz	Istosmjerna struja
0,6 – 1,5	Početak osjeta, lagano podrhtavanje prstiju	Ne osjeća se
2 – 3	Jako podrhtavanje prstiju	Ne osjeća se
5 – 10	Grčevi u rukama	Svrbež, osjećaj zagrijavanja
12 – 15	Ruke se teško odvajaju od elektrode, snažni bolovi u prstima i rukama, stanje se može trpjeti 5–10 sek.	Jako zagrijavanje
20 – 25	Trenutno paraliziranje ruku, odvajanje od elektrode nije moguće, veoma jaki bolovi, otežano disanje	Još jače zagrijavanje, početak kontrakcije mišićja ruku
50 – 80	Paralizirano disanje, početak treperenja srčanih klijetki	Veoma jako zagrijavanje, kontrakcija mišićja ruku, grčevi i otežano disanje
90 – 100	Paralizirano disanje, pri djelovanju dužem od 3 sek. paraliza rada srca	Paralizirano disanje
3000 i više	Paralizirano disanje i rad srca pri djelovanju dužem od 0,1 sek, razaranje tkiva toplinskim djelovanjem struje.	

Na osnovi ovih podataka, bezopasnima se mogu smatrati slijedeće jakosti struje:

- kod izmjenične struje do 10 mA,
- kod istosmjerne struje do 50 mA.

Dužina trajanja prolaza struje kroz tijelo također je veoma važna. Što je vrijeme prolaza duže, opasnost je veća. Općenito se smatra, da nema većih posljedica za organizam, ako struja teče kroz tijelo do 0,1 sek.

Ispitivanje utjecaja frekvencije na organizam pokazalo je da se porastom frekvencije, opasnost smanjuje, ali tek iznad 2500 Hz i to veoma sporo. Tek pri visokim frekvencijama od oko 1,000.000 Hz prolaz struje kroz tijelo nije opasan, pa se takve struje, štoviše, upotrebljavaju za liječenje (diatermija).

Veliki utjecaj na stupanj ozljeđivanja električnom strujom ima put prolaza struje kroz tijelo. Najopasnijim se smatra prolaz struje po osi tijela ruka—noga, pri čemu struja prolazi kroz srce i pluća.

Odgovarajuće značenje imaju i individualna svojstva organizma. Naročito opasno djelovanje imat će prolaz struje kroz tijelo kod ljudi sa srčanim bolestima, tuberkulozom i sl. Djelovanju pogoduje također povišeno znojenje, opijanje alkoholom itd.

Visina opasnog napona

Već iz dosadašnjeg izlaganja može se zaključiti koliko je zapravo teško odrediti točne vrijednosti pojedinih faktora koji utječu na stupanj ozljeđivanja električnom strujom. Slična je situacija pri određivanju visine opasnog napona. Međutim, kako ta granica opasnog napona

ima izvjestan utjecaj na određivanje mjera zaštite, mnoge zemlje to određuju svojim propisima. Kod nas ta granica iznosi 65 V. Svaki napon iznad te granice smatra se previsokim, a time i opasnim. Do toga se došlo tako, da se za vrijednost otpora čovječjeg tijela s ulaznim i izlaznim otporima kože i obuće uzela vrijednost od 2.000 oma. Za donju granicu opasnosti kod izmjenične struje 50 Hz uzela se jakost struje od 15 mA, a za gornju granicu jakost struje od 50mA. Izračunavanjem napona iz ovih vrijednosti, dobiva se za jakost struje od 15 mA donja granica opasnog napona od 30 V, a za jakost struje od 50 mA gornja granica opasnog napona od 100 V. Iz aritmetičke sredine obaju graničnih napona dobiva se srednja vrijednost od 65 V.

Ova granična vrijednost dozvoljenog napona vrijedi za električne instalacije u zgradama i u normalnim okolnostima. Propisi, međutim, zahtijevaju i niže napone za rad u posebnim uvjetima (42 ili 24 V).

Posljedice prolaza električne struje kroz organizam

Pri prolazu kroz čovječje tijelo električna struja može uzrokovati slijedeće posljedice:

- električni udar koji se očituje u djelovanju na cijeli organizam i obično ne uzrokuje nikakve vanjske znakove
- električne ozljede koje izazivaju lokalna vanjska oštećenja, npr. opekline, metalizaciju kože, električne znake i dr.

Električni udar javlja se kao najopasniji vid utjecaja električne struje na organizam i najčešće završava smrću. Električni udar nastaje pri neposrednom dodiru čovječjeg tijela s dijelovima pod naponom. Najprije se pojavljuje grč prstiju i ruku koji se postepeno pojačava, dolazi do smanjenja otpora tijela, a time i do povećanja

jakosti struje koja teče kroz njega, zatim se prekida disanje i smanjuje rad srca. Smrt od električnog udara nastaje zbog prekida disanja ili zaustavljanja rada srca ili prekida disanja i rada srca istovremeno.

Kao što je rečeno, električne ozljede nastaju samo na vanjskim dijelovima tijela. Opekline nastaju kao rezultat toplinskog djelovanja električne struje. Vrlo opasne opekline nastaju djelovanjem električnog luka kod isključenja sklopki pod opterećenjem ili pri kratkim spojevima. Električnim znacima nazivaju se mjesta koja su bila u „dobrom" kontaktu s dijelovima pod naponom, pa je zbog kemijskog i mehaničkog djelovanja električne struje došlo do promjena na koži. Po izgledu, električni znaci su otekline ili žuljevi žute ili žutosive boje. Bezbolni su, bez upalnih procesa i redovito završavaju bez posljedica. Elektrometalizacija kože nastaje kao rezultat mehaničkog i kemijskog djelovanja struje i predstavlja površinsko zasićenje kože česticama metala. Ozlijeđena koža postepeno odumire ne izazivajući bolove. Kao i kod opeklina, stupanj opasnosti ovisi o površini kože koja je zahvaćena metalizacijom.

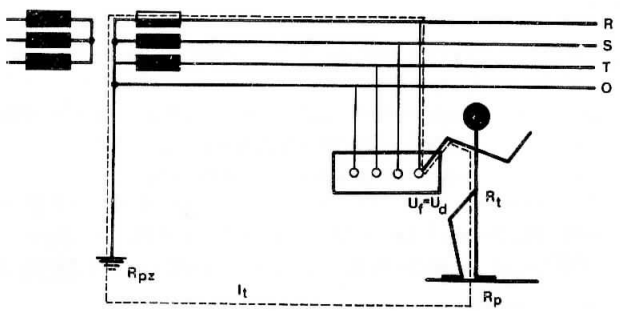
Uključenje čovjeka u strujni krug.

Kako se u našem elektroenergetskom sistemu gotovo isključivo upotrebljavaju mreže s uzemljenim zvijezdištem, odnosno uzemljenom nul–točkom, najčešću opasnost predstavlja uključenje čovjeka u strujni krug između faze i zemlje, iako su mogući i drugi oblici uključivanja s većim ili manjim stupnjem opasnosti.

Promotrimo na električnoj shemi spomenuti slučaj.

Kao što se vidi na shemi, radi se o trofaznoj mreži s uzemljenom nul–točkom preko pogonskog uzemljenja Rp u transformatorskoj stanici. Na sekundarnoj (niskonaponskoj) strani nalaze se dva napona: između pojedi-

nih faza tzv. međufazni ili linijski napon koji iznosi 380 V i između pojedinih faza i nul–točke tzv. fazni napon koji iznosi 220 V. Zbog uzemljenja nul–točke, između pojedinih faza i zemlje također vlada napon od 220 V.



Uključenje čovjeka u strujni krug preko zemlje zbog neposrednog dodira faznog vodiča.

Ako se iz bilo kojeg razloga tijelo čovjeka uključi u strujni krug u kojem vlada neki od navedenih napona, kroz tijelo će protjecati odgovarajuća jakost struje određena otporom tijela. Na shemi je prikazan slučaj neposrednog dodira čovjeka s faznim vodičem i njegovog uključenja u strujni krug kojeg čine: namotaj faze transformatora, fazni vodič, tijelo čovjeka, zemlja, pogonsko uzemljenje i, ponovno, namotaj transformatora. Kao što je rečeno, napon faznog vodiča prema zemlji iznosi 220 V. Otpor čovječjeg tijela kod tog napona računa se da iznosi oko 1000 oma. Ostale otpore koji postoje u strujnom krugu, kao što su otpori vodiča, namotaja, pogonskog uzemljenja, zbog razmjerno veoma malih vrijednosti u odnosu na otpor tijela, u ovom ćemo slučaju zanemariti. Pretpostavit ćemo također da za ovaj slučaj nema prelaznog otpora između čovječjeg tijela i zemlje, tj. da on iznosi 0. Iz toga proizlazi da će, prema Ohmovom zakonu, jakost struje koja protiče kroz tijelo iznositi:

$$I_t = \frac{U_f}{R_t}$$

pri čemu je:

I_t – jakost struje koja protječe kroz tijelo u amperima

U_f – napon koji vlada između faze i nul–točke odnosno zemlje u voltima

R_t – otpor čovječjeg tijela u omima

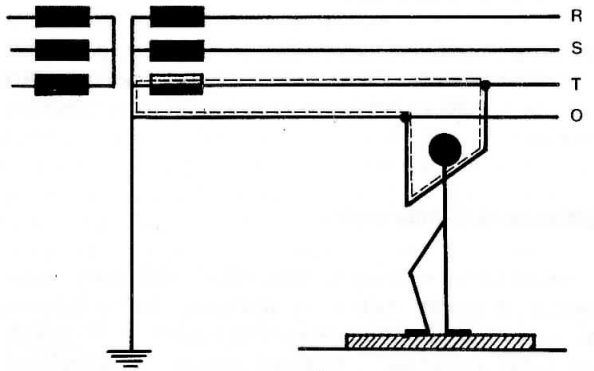
Ako je visina napona U_f = 220 V, a otpor tijela R_t = 1000 oma, jakosti struje I_t koja će proteći kroz tijelo bit će:

$$\frac{220}{1000} = 0{,}22 \text{ A ili } 220 \text{ mA}$$

Usporedi li se ovaj podatak s vrijednostima iz tablice o djelovanju struja raznih jakosti na organizam čovjeka, zaključujemo da u ovom slučaju kroz tijelo protječe takva jakost struje za koju se može gotovo sigurno tvrditi da će uzrokovati veoma teške posljedice pa i smrt. No, treba naglasiti da se ovakve nezgode neposrednog dodira čovjeka s faznim vodičem, a da je pri tom prelazni otpor između tijela i zemlje R_p = 0, u praksi rijeđe dešavaju. Inače bi svaki dodir s dijelovima pod naponom, pod pretpostavkom da traje određeno vrijeme, imao za posljedicu teška oštećenja organizma i smrt. Obično se dešava da je napon, koji vlada na krajevima tijela u času dodira (taj napon zove se dodirni napon i označava sa Ud), manji od faznog napona zbog raznih otpora koji su uključeni u strujni krug, od kojih je najvažniji prelazni otpor između tijela i zemlje. Što je taj otpor veći, dodirni napon je manji, a to znači da će kroz tijelo protjecati i struja manje jakosti.

Praktički, prelazni otpor između tijela i zemlje može se postavljanjem izolacionih podloga dovesti do vrijednosti koje omogućavaju da kroz čovjeka protječe struja takvih jakosti koje više ne predstavljaju opasnost. Takav se postupak u nekim slučajevima koristi kao mjera zaštite.

Veoma često događa se da unatoč izoliranoj podlozi, pomoću koje je tijelo električki odvojeno od zemlje, nastane opasnost od uključenja tijela u strujni krug. Takva opasnost nastat će, ako se npr. rukama dodirnu dva vodiča pod naponom, koja se tijelom premoste.



Uključenje čovjeka u strujni krug zbog dodira dvaju vodiča pod naponom.

U tom slučaju struja će poteći od jednog vodiča, preko tijela na drugi vodič.

Najčešće su, dakle nesreće kod uključenja čovjeka u strujni krug, kad struja teče putom ruka–noga i ruka–ruka. Kako je već rečeno, to su ujedno i najopasniji putovi prolaza struje kroz tijelo. Ovdje treba reći da su zapravo na prvom mjestu po opasnosti putovi prolaza struje glava–ruka i glava–noga, no u praksi su zaista rijetki.

MJERE ZAŠTITE U POSTROJENJIMA JAKE STRUJE

Postrojenja jake struje s pogonskim uređajima služe za proizvodnju, pretvaranje, akumuliranje, prijenos, razdiobu i primjenu električne energije. Električna energija koristi se za obavljanje različitih poslova, npr. u obliku mehaničkog rada, za proizvodnju topline, rasvjete ili kod elektrokemijskih procesa.

Naši propisi razlikuju postrojenja jake struje ispod 1000 V, od 1000 V i više. Raniji pojmovi, niski napon (do 250 V prema zemlji) i visoki napon, primjenjuju se samo još u govoru.

Zaštita od slučajnog dodira

U radionicama i drugim pogonskim mjestima treba naročito provoditi zaštitu od slučajnog dodira dijelova koji se, u svrhu pogona, nalaze pod naponom. To vrijedi i za radne prostorije i za radna mjesta na slobodnom prostoru. Električna pogonska sredstva moraju biti ili izolirana na svim svojim dijelovima ili pak načinom izvedbe, položajem, rasporedom, odnosno posebnim uređajima, zaštićena od slučajnog dodira. Pokrovi, koji neizolirane metalne dijelove pod naponom i priključne vodove zaštićuju od slučajnog dodira, moraju biti izvedeni tako, da se mogu skinuti samo uz pomoć alata. Tako, npr. priključne stezaljke na elektromotorima moraju biti na odgovarajući način zaštićene, jer su dostupne i ostalim osobama na održavanju, npr. bravarima koji moraju imati pristup na takvo mjesto, ako se tamo nalazi npr. klinasti remen. To se odnosi i na osigurače koji također moraju biti zaštićeni od slučajnog dodira.

U električnim pogonima može se u određenim uvjetima, odstupiti od postavljanja zaštite od slučajnog dodira. To su prostorije ili mjesta koja služe za pogon električnih postrojenja i do kojih, u pravilu, imaju pristup samo za to osposobljene osobe (npr. prostorije rasklopnih uređaja, strojarnice). Isto vrijedi i za zaključane električne pogonske prostorije, koje služe isključivo za pogon elektro–uređaja. Takve prostorije moraju biti uvijek zaključane a pristup dozvoljen samo stručnim radnicima (npr. uklopna, rasklopna i razdjelna postrojenja, trafo–ćelije). Ali i u takvim prostorijama potrebno je odgovarajućim pomoćnim sredstvima osigurati dovoljnu zaštitu. Npr. u niskonaponskom rasklopnom postrojenju kod rasklopnih ormara treba kod stražnjeg pristupa za posluživanje postaviti zaštitnu ogradu i štitnike za zaštitu od električnog luka na mjestima gdje su postavljene sklopke. Ovaj pristup za posluživanje uređaja često se koristi za očitanje brojila, izmjenu osigurača i sl. pa zaštitna ograda treba spriječiti nezgode zbog slučajnog dodira dijelova pod naponom. Ovaj se pristup ne smije koristiti za odlaganje bilo kakvih predmeta, već mora biti uvijek slobodan.

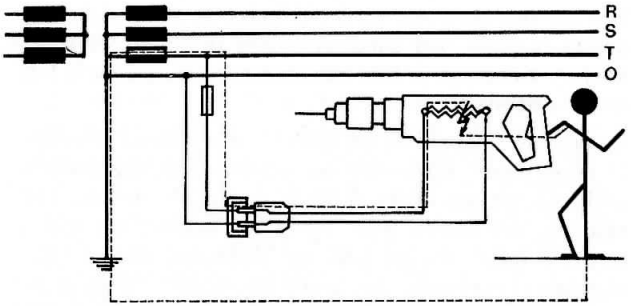
Za uređaje s naponima od 1000 V i više propisi su stroži. U električnim pogonima svi dijelovi pod naponom u području dosega ruku (radno područje) moraju biti zaštićeni od dodira (npr. zidovima, vratima od punog lima), a izvan dosega ruku od slučajnog dodira (npr. zaštitnim rešetkama, zaštitnim letvicama). Samo u zaključanim električnim pogonskim postrojenjima dovoljno je svuda postaviti zaštitu od slučajnog dodira, za što je dovoljna zaštitna rešetka. Oznaka ćelije mora biti vidljiva i kod zaključanih i otvorenih vratiju.

U transformatorskoj ćeliji, do koje vodi pristup neposredno iz slobodnog prostora, a zatvorena je vratima od punog lima, kao zaštita od slučajnog dodira dijelova pod naponom, u području dosega ruku pri ulaženju u ćeliju mora se iza vratiju postaviti zaštitna motka.

U pogonu se vrata u transformatorsku ćeliju mogu otvarati bez isključenja transformatora, kako bi se moglo kontrolirati stanje transformatora (npr. zagrijavanje), ali na ulazu mora biti postavljena zaštitna motka.

Zaštita od previsokog napona dodira

U prethodnom dijelu rečeno je, kako se provodi zaštita od slučajnog dodira dijelova električnih uređaja koji su pod naponom u svrhu pogona. Međutim, dijelovi, koji u stvari nisu pod naponom, a izvedeni su iz vodljivog materijala, mogu zbog neke greške doći pod napon. Npr. zbog greške u izolaciji, kućište električnog alata dolazi pod napon. Tada se govori o dodirnom naponu te o previsokom dodirnom naponu, ako on dosegne opasne vrijednosti.



Uključenje čovjeka u strujni krug zbog proboja izolacije u električnom alatu.

Opasnost od previsokog napona dodira vrlo je velika. Naročito u niskonaponskim postrojenjima dolazi do mnogobrojnih nezgoda, koje mogu imati ozbiljne posljedice a mogu završiti i smrću. Ovoj opasnosti nije izložen samo električar, već zajedno s njim i velik dio ostalih

radnika. To se objašnjava činjenicom da se iz godine u godinu sve više primjenjuju električni alati, kao ručne bušilice, brusilice itd. Upravo kod električnih alata vrlo lako dolazi do previsokog napona dodira, ako se ne primjenjuje nikakva zaštita. Razumljivo je da ova zaštita mora uvijek biti u besprijekornom stanju.

Kada je, dakle, potrebno poduzeti mjere zaštite od previsokog napona dodira? Gotovo uvijek zahtijeva se poduzimanje zaštitnih mjera od previsokog napona dodira, osim u nekoliko iznimnih slučajeva. U ove iznimke ubrajaju se uređaji s naponom do najviše 65 V prema zemlji.

Kod uređaja od 65 do 250 V prema zemlji zaštita se samo onda može smatrati nepotrebnom, ako se radi o **besprijekorno suhim** stambenim ili uredskim prostorijama s izoliranim podom, pod pretpostavkom da se u području dohvata ruku ne nalaze **nikakvi vodovodni, plinski ili uređaji za grijanje u spoju sa zemljom, koji se nehotice mogu dodirnuti.** Ovdje mogu biti instalirane priključnice bez zaštitnog kontakta. Drugačije je ako su električni uredski strojevi tako postavljeni da se istovremeno može dodirnuti više strojeva. U takvim slučajevima se i u suhim stambenim i uredskim prostorijama zahtijeva zaštita od previsokog napona dodira. U takve prostorije moraju se postavljati samo priključnice sa zaštitnim kontaktom. Kod uređaja s naponima preko 250 V prema zemlji ne može se uopće odustati od poduzimanja zaštitnih mjera.

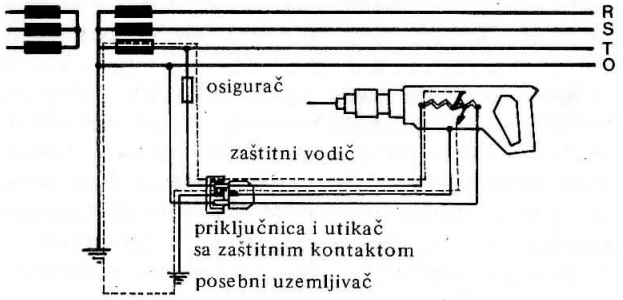
Zaštitne mjere u postrojenjima s naponom ispod 1000 V

Protiv previsokog napona dodira stoje na raspolaganju slijedeće zaštitne mjere:

- zaštitno uzemljenje,
- nulovanje,
- sistem zaštitnog voda,
- zaštitno odvajanje,
- zaštitni spojevi,
- zaštitno izoliranje i
- mali napon.

Ovdje će biti obrađene osnovne postavke zaštitnih mjera kod postrojenja s naponom ispod 1000 V, a kao primjer odabrana je najviše proširena mreža trofazne izmjenične struje s naponom od 380/220 V.

Kod **zaštitnog uzemljenja** zaštitni je vodič, a preko njega i kućište alata, spojen na poseban uzemljivač kako je prikazano na shemi



Shema zaštitnog uzemljenja putem posebnog uzemljivača

Kod kvara na pogonskoj izolaciji trošila i pojave previsokog napona dodira u kućištu, strujni krug se zatvara preko zaštitnog vodiča, uzemljivača, zemlje, pogonskog uzemljenja u transformatorskoj stanici, na namotaj faze na kojoj je nastao kvar. Otpor cijelog strujnog kruga, a

naročito uzemljivača, mora biti tako malen da sigurno omogući protjecanje struje odgovarajuće jakosti, koc koje će osigurač pregorjeti i tako prekinuti strujni krug.

Zbog toga mora biti ispunjen uvjet, da je:

$$R_z = \frac{65}{I_i}$$

gdje je: R_z = otpor zaštitnog uzemljenja (Ω)
I_i = struja isključenja osigurača (A)

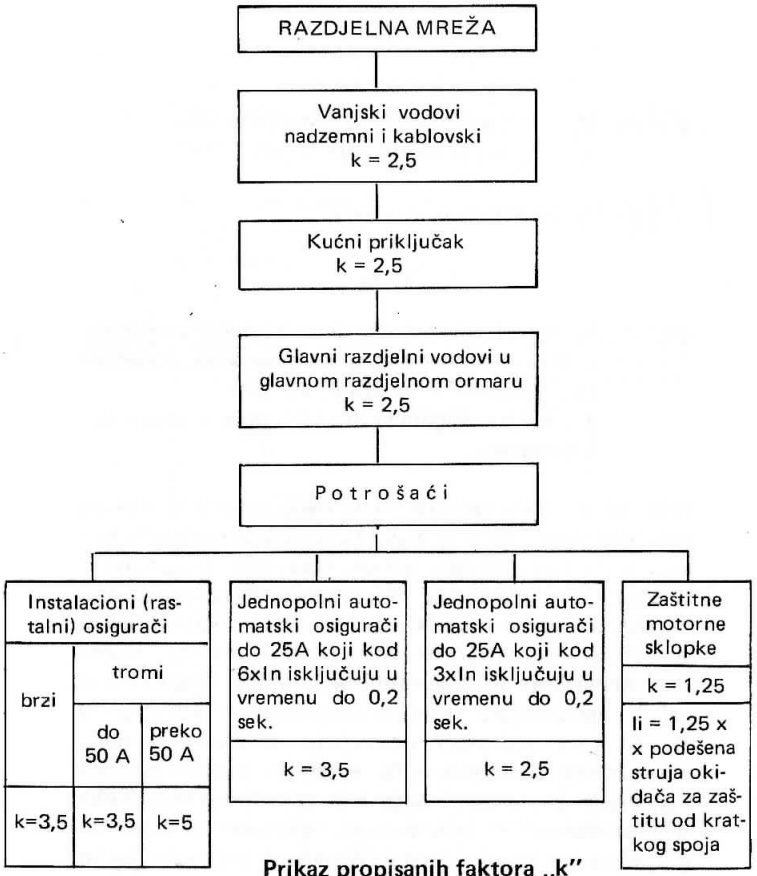
Struja isključenja osigurača iznosi:

$$I_i = k \cdot I_n$$

gdje je: I_n = nazivna struja instalacionog osigurača, odnosno automatskog osigurača ili podešena struja okidača zaštitne sklopke
k = faktor osigurača (od 1,25 do 5 ovisno o vrsti osigurača

Kao što se može razabrati, kod ovog sistema zaštite od izvanrednog je značenja otpor posebnog uzemljivača koji ovisi o vrsti uzemljivača (ploča, cijev, uže, žica, traka) i specifičnom otporu tla. Ne ulazeći u poteškoće oko izvođenja uzemljivača, treba reći da je veoma teško posebnim uzemljivačem postići tako malene otpore uzemljenja koje propisi zahtijevaju. Zbog toga se takva zaštita upotrebljava samo za osigurače do približno 10 A. Za veće potrošače uzemljenje se izvodi pomoću zajedničkog uzemljivača na kojeg se spajaju zaštitna uzemljenja potrošača i pogonsko uzemljenje nul–točke transformatora. U tom slučaju, ispunjeni su uvjeti za nulovanje pa izvedba mora odgovarati propisima za tu vrstu zaštite. Osim otpora uzemljivača, veoma je značaj-

na i nominalna struja osigurača koji štiti strujni krug u kojeg je uključeno trošilo. Prije svega, osigurač mora biti odabran tako, da odgovara potrošnji u strujnom krugu. Nije potrebno posebno naglašavati da patrone rastalnih osigurača moraju biti originalne i odgovarajućih vrijednosti, što ima naročiti značaj pri promjeni patrone.



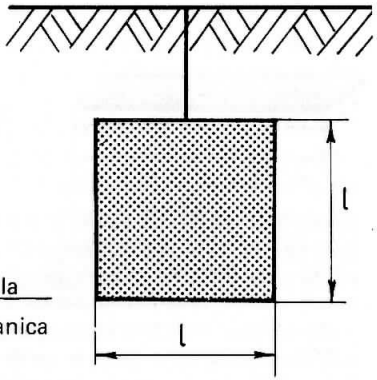
Prikaz propisanih faktora „k" za različite vrste osigurača

Popravljanje patrone stavljanjem tanke žice između kontaktnih površina treba smatrati veoma opasnom praksom sa stajališta zaštite, jer se na taj način može smanjiti ili onemogućiti djelovanje zaštitnog sistema. Utvrđivanje pravilnog faktora osigurača pri proračunu struje pregorijevanja osigurača također je veoma važan element zaštite koji naročito dolazi do izražaja pri ispitivanju efikasnosti prikazanog sistema.

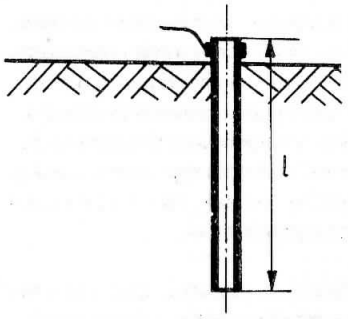
Kao **uzemljivači** za uzemljenje u električnim mrežama najčešće se upotrebljavaju metalne ploče, cijevi i trake.

Metalne ploče najčešće se izrađuju iz bakrenog lima, debljine oko 2 mm ili iz pocinčanog željeznog lima debljine najmanje 3 mm, oblik im je kvadratičan sa stranicama od 1 m. Otpor uzemljenja takve ploče računa se po formuli:

$$r = \frac{\text{specifični otpor tla}}{4 \times \text{dimenzija stranica}}$$

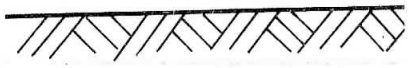


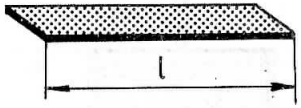
Cijevni uzemljivač je pocinčana plinska cijev, dužine 2–5 m, promjera najmanje 2 cola, iako se koriste i drugi profili. Kako promjer cijevi nema posebnog značenja kod određivanja otpora uzemljenja, uzima se u obzir samo dužina cijevi, pa približna formula za izračunavanje otpora uzemljenja glasi:



$$r = \frac{\text{specifični otpor tla}}{\text{dužina cijevi}}$$

Pocinčane čelične trake najčešće se koriste kao uzemljivači i to trake najmanjeg presjeka 100 mm^2 i ne tanje od 3,5 mm. Kod izračunavanja otpora uzemljenja najvažnija je dužina trake pa se otpor računa po formuli:



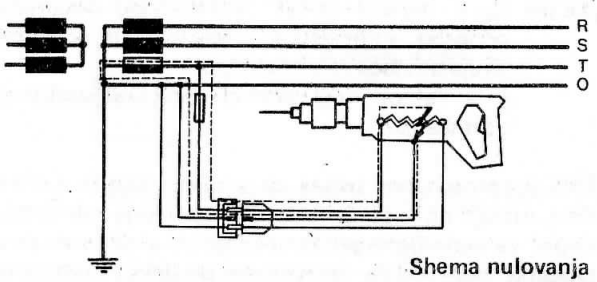


$$r = 2{,}3\ \frac{\text{specifični otpor tla}}{\text{dužina trake}}$$

Specifični otpor tla zavisi o vrsti i vlažnosti tla, koje se za svaku priliku trebaju izmjeriti. Za praktična računanja može poslužiti i slijedeća tablica:

Vrsta tla	Specifični otpor tla/om/m
močvarno tlo	30
ilovača, glina	100
pijesak, vlažan (krupan)	200
šljunak vlažan	500
suh pijesak ili šljunak	1000
kamenito tlo	3000
morska voda	oko 0,3

Kod sistema zaštite **nulovanjem,** slično kao i kod prethodnog, zaštitni vodič mora također povezivati sve dijelove trošila koje radnik drži u ruci, a koje treba štititi od previsokog napona dodira, samo u ovom slučaju ne s uzemljivačem nego nul–vodičem. Princip djelovanja ove zaštite prikazan je na shemi.



Shema nulovanja

U slučaju proboja izolacije na trošilu i pojave napona dodira na kućištu, strujni krug će se zatvoriti preko zaštitnog vodiča, zaštitnih kontakata na utikaču i priključnici, nul–vodiča zvjezdišta transformatora, u namotaj faze na kojoj je došlo do proboja izolacije. Kod toga je, kao i kod zaštitnog uzemljenja, veoma važno da otpor ovog, nazovimo ga zaštitnog, strujnog kruga bude toliki, da struja kvara koja kroz njega teče bude takve jakosti da ugrađeni osigurač pregori i prekine strujni krug. Zbog toga je osnovni uvjet za nulovanje da struja kvara koja nastaje pri potpunom kratkom spoju faznog vodiča i kućišta električnog trošila, koje je nulovanjem zaštićeno, bude veća ili barem jednaka struji pripadajućeg osigurača.

Za određivanje vrijednosti struje kvara uzima se u obzir otpor cijele petlje kratkog spoja prema slijedećem odnosu:

$$R_p \geqq \frac{U_z}{I_i}$$

gdje je: R_p = otpor petlje (Ω)
U_z = napon prema zemlji (V)
I_i = struja isključenja osigurača (A).

Struja isključenja osigurača iznosi:

$$I_i = k \cdot I_n$$

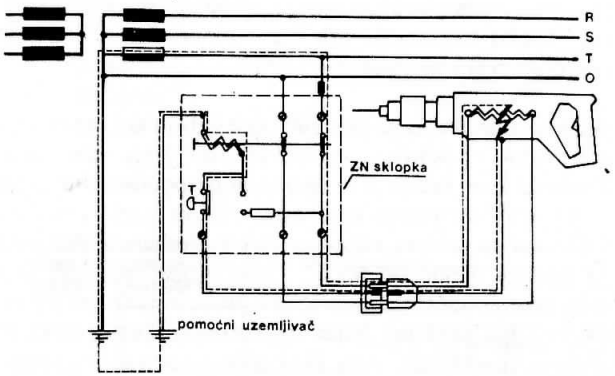
gdje je: I_n = nazivna struja instalacionog osigurača, odnosno automatskog osigurača ili podešena struja okidača zaštitne sklopke
k = faktor osigurača (vidjeti kod zaštitnog uzemljenja).

Osim ovog osnovnog uvjeta za primjenu zaštite nulovanjem, moraju biti ispunjeni i ostali uvjeti koje zahtijevaju propisi za elektroenergetske instalacije, a odnose se na izvođenje nul–vodiča, dozvoljene presjeke, uzemljenje nul–vodiča, boju itd. Osim toga, izričito se zabranjuje provođenje nulovanja u mreži u kojoj je provedeno zaštitno uzemljenje pomoću posebnog uzemljivača.

Zaštitni spojevi. Kada se za zaštitu od previsokog napona dodira ne može primijeniti zaštitno uzemljenje ili kada se ne mogu ispuniti svi uvjeti za nulovanje, koriste se za zaštitu tzv. zaštitni spojevi koji također sprečavaju pojavu previsokog napona dodira, tako da u slučaju proboja izolacije na trošilu pomoću automatske zaštitne sklopke odmah isključe strujni krug. Vrijeme isključenja je veoma kratko i iznosi 0,1 sek, čime se postiže veoma efikasna zaštita.

Prema našim propisima određene su dvije vrste zaštitnih spojeva:
Naponski zaštitni spoj i strujni zaštitni spoj.

Naponski zaštitni spoj postiže se upotrebom naponske sklopke (ZN–sklopke) čija je svrha da isključi trošilo čim napon dodira prijeđe određenu granicu (od 24 do 65 V).



Shema djelovanja zaštitne naponske sklopke

Osnovni sastavni dijelovi zaštitnog sistema pomoću sklopke ZN su:

- sklopka ZN s ugrađenim uređajem za ispitivanje sklopke,
- zaštitni vodič koji povezuje kućište alata sa sklopkom ZN,
- vodič za uzemljenje koji povezuje sklopku ZN s pomoćnim uzemljivačem i
- pomoćni uzemljivač.

Na shemi je prikazan princip rada ZN sklopke.

Kao što je vidljivo, naponski namotaj sklopke ZN uključen je između kućišta alata i pomoćnog uzemljivača, kao što bi se uključio voltmetar kada bi se željelo mjeriti napon između kućišta i zemlje. Sklopka ZN na taj način zapravo stalno kontrolira izolaciju između dijelova pod naponom u alatu i kućišta. Čim se pojavi previsoki napon dodira na kućištu, struja kvara poteče kroz zaštitni vodič, namotaj sklopke, vodič za uzemljenje,

pomoćni uzemljivač, zemlju, pogonsko uzemljenje, nul–točku transformatora i u namotaj faze u kojoj je došlo do proboja izolacije.

Relej u sklopki mora proraditi u roku od 0,1 sekunde i automatski isključiti sklopku na svim polovima. Prednost ove zaštite je u tome, da pomoćno uzemljenje smije imati razmjerno velik otpor. On se mora kretati od 200 oma za dodirni napon od 24 V, do najviše 800 oma za dodirni napon od 65 V. Takvi otpori mogu se vrlo lako postići upotrebom relativno jednostavnih uzemljivača, kao što su štapni (cijev ili profilno željezo), ploča ili trakasti uzemljivač. Ako se upotrebljava štapni uzemljivač, cijev ili profilno željezo treba zabiti u zemlju u dubinu 1–1,5 m u ovisnosti o specifičnom otporu tla. Ako se pak kao uzemljivač upotrebljava ploča, njena površina mora iznositi najmanje 0,25 m. Kada se kao uzemljivač upotrebljava traka, njena dužina mora iznositi 5–10 m.

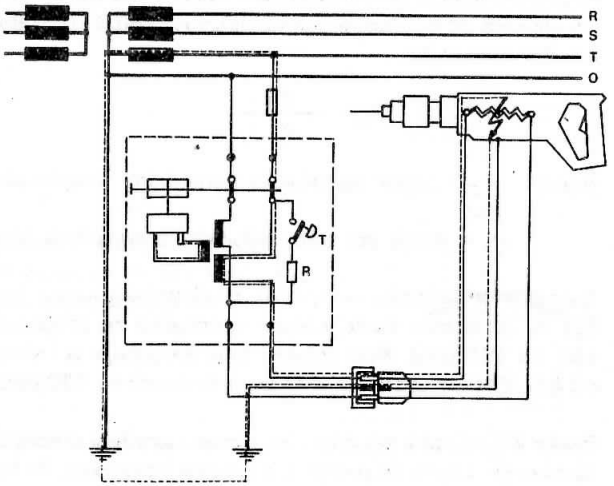
Svaka sklopka ima ugrađen uređaj za ispitivanje kojim se provjerava ispravnost sklopke. Pritiskom na tipkalo, sklopka mora odmah isključiti. Takve provjere treba obavljati barem jedanput mjesečno.

Pri postavljanju zaštitnih sklopki ZN treba se pridržavati odredbi koje propisuje proizvođač, odnosno koje proizlaze iz postojećih propisa.

Strujni zaštitni spoj za kojega se koristi tzv. strujna zaštitna sklopka (ZS sklopka) također ima zadatak da isključi strujni krug čim se na kućištu alata pojavi dodirni napon veći od 65 V.

Sastavni dijelovi zaštitnog sistema pomoću sklopke ZS su:

- sklopka ZS s ugrađenim uređajem za ispitivanje sklopke,
- zaštitni vodič koji povezuje kućište alata s pomoćnim uzemljivačem i
- pomoćni uzemljivač.



Na shemi je prikazan princip rada ZS sklopke.

Djelovanje ZS sklopke osniva se na principu da je ukupna struja koja protječe kroz vodiče u normalnom pogonu jednaka nuli. To stanje nadzire poseban transformator koji je ugrađen u sklopku. U normalnom pogonu, prema navedenom principu, struje koje teku vodičima ne mogu inducirati nikakav napon u namotaju transformatora. U slučaju proboja izolacije i pojave napona na kućištu alata proteći će struja kvara kroz zaštitni vodič, pomoćni uzemljivač, zemlju, pogonsko uzemljenje i nul–točku transformatora u namotaj faze u kojoj je

nastao kvar. Time se narušava ravnoteža u transformatoru sklopke, pojavit će se inducirani napon koji će aktivirati sklopke i isključiti strujni krug. Isto kao kod ZN sklopke vrijeme isključenja mora biti manje od 0,1 sekunde.

Otpor uzemljenja mora biti toliki da se na kućištu električnog alata ne može pojaviti napon koji bi bio viši od najvišeg dozvoljenog napona dodira od 65 V, tj. treba biti ispunjen uvjet:

$$R_z = \frac{65}{I_i}$$

gdje je: R_z = otpor uzemljenja pomoćnog uzemljivača (Ω)
I_i = struja pri kojoj sklopka ZS isključuje (A).

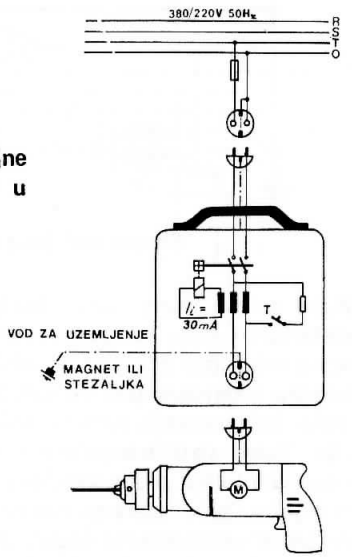
Najčešće se izrađuju sklopke sa strujom isključenja I_i = 0,3 A, pa u tom slučaju otpor uzemljenja ne smije biti veći od 210 oma. Kod sklopki koje isključuju pri struji od 0,5 A otpor uzemljenja ne smije biti veći do 130 oma.

Svaka ZS sklopka također mora imati ugrađeni uređaj za ispitivanje, kojim se provjerava njezina ispravnost. Pritiskom na tipkalo sklopka mora odmah isključiti. Ispitivanje treba obavljati u toku pogona barem jedanput mjesečno.

U novije vrijeme proizvodi se strujna zaštitna sklopka čija je struja isključenja 0,30 A ili svega 30 mA, što je od posebnog značenja za sigurnost pri radu s električnim prenosnim alatom. Naime, pri tako maloj struji isključenja otpor uzemljenja može biti veoma visok, odnosno može iznositi:

$$R_u = \frac{65}{0{,}03} = 2170$$

Takav otpor postiže se u praksi čak i onda kada uopće nema uzemljenja, odnosno kada je došlo do prekida zaštitnog vodiča. Na taj način, cijela struja kvara protječe kroz tijelo čovjeka u zemlji, ali veoma kratko vrijeme, jer ovakve sklopke isključuju već nakon 0,03 sekunde. Prolaz struje kroz tijelo zbog toga je ograničen na kratki udar bez ikakvih opasnosti koje inače predstavlja električna struja pri prolazu kroz tijelo. Ovakva sklopka prema tome predstavlja jedinu vrstu zaštite od



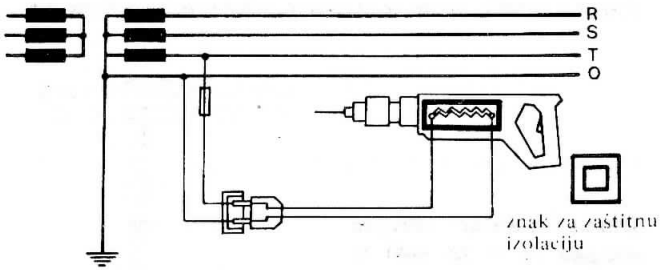
Shema zaštitne strujne sklopke (Ii = 30 mA) u prenosnoj izvedbi

slučajnog dodira dijelova pod naponom i od previsokog napona dodira, naravno pod pretpostavkom da se strujni krug zatvara preko zemlje. Zbog toga se preporučuje upotreba sklopke u slučajevima velike opasnosti od električne struje.

U novije vrijeme sve se više pojavljuju u upotrebi trošila sa tzv. **zaštitnom izolacijom**. Takva izvedba trošila

smatra se dovoljnom mjerom zaštite od previsokog napona dodira, jer su svi dijelovi pod naponom, koji bi mogli biti izloženi dodiru, pa i samo kućište trošila, još jednom izolirani tzv. dodatnom ili zaštitnom izolacijom.

Kod proboja pogonske izolacije, kućište ne može doći pod napon, jer ga štiti zaštitna izolacija.

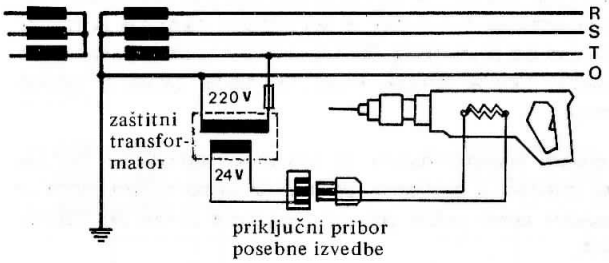


Shema zaštitnog izoliranja

Kako se ova mjera zaštite koristi najčešće kod manjih električnih alata, njihovo kućište izrađuje se od izolacionog materijala dok se kod težih alata između metalnog kućišta i dijelova pod naponom izoliranih pogonskom izolacijom postavlja zaštitna izolacija u vidu među–izolacije. Takvi alati moraju biti označeni posebnom oznakom u obliku dvaju kvadrata, jedan unutar drugoga. Priključni kabel alata u izvedbi sa zaštitnom izolacijom ne smije imati zaštitni vodič. Utikač se, međutim, iako bez zaštitnog kontakta, izrađuje u takvom obliku da se može staviti u priključnicu sa zaštitnim kontaktom. Električni prijenosni alati u izvedbi sa zaštitnom izolacijom imaju veoma široku primjenu, no ne smiju se upotrebljavati u uskim i skučenim prostorima kao što su kotlovi, spremnici, cjevovodi i drugi prostori s vodljivim dijelovima, jer, ako se ošteti izolacija, priključni kabel predstavlja opasnost.

Najsigurniju zaštitu od previsokog napona dodira predstavlja **mali napon**. Trošila izvedena za priključak na mali napon, tj. na napone 42 ili 24 V, uopće ne koriste opasni napon jer je njihov pogonski napon ispod granične vrijednosti od 65 V.

Za dobivanje malog napona najčešće se koriste zaštitni transformatori koji moraju biti izvedeni prema posebnim propisima sa sekundarnim navojem, odvojenim od primarnog. Prenosni zaštitni transformatori moraju biti zaštićeni od previsokog napona dodira zaštitnom izolacijom.



Shema zaštitnog transformatora za mali napon

Električni alati koji se najčešće koriste za priključak na mali napon ne smiju imati stezaljke za priključak zaštitnog vodiča, a priključak na zaštitni transformator mora biti proveden utikačem koji nema zaštitne kontakte, a izveden je tako da se ne može utaknuti u priključnicu za više napone.

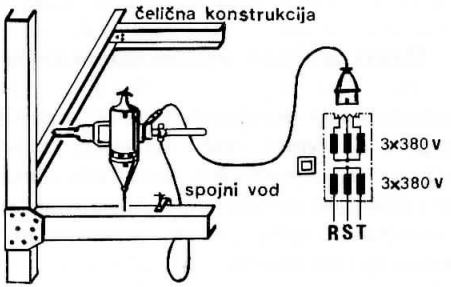
Alati u izvedbi za mali napon koriste se pri radu na otvorenom prostoru, u vlažnim prostorima, u uskim i skučenim prostorima s vodljivim dijelovima i posebno u građevinarstvu gdje svi prenosni ručni uređaji na električni pogon moraju biti priključeni na sniženi napon do 42

V. Posebno treba naglasiti da se pri radu u kotlovima, spremnicima ili cjevovodima zaštitni transformator mora nalaziti izvan tih prostora.

Na mjestima gdje priključni kabel alata smeta pri radu, mogu se upotrebljavati prenosni električni alati s ugrađenim baterijama.

Galvansko odvajanje. Za rad na otvorenom prostoru ili u vlažnim i skučenim prostorima može se, slično kao i mali napon, primijeniti zaštitna mjera tzv. galvanskog odvajanja od napojne mreže. Trošilo se priključuje bez zaštitnog vodiča na posebni zaštitni transformator najčešće odnosa 1 : 1 čiji je sekundarni namotaj potpuno odvojen od primarnog. Na taj se način u slučaju kvara na izolaciji trošila strujni krug ne može zatvoriti preko zemlje.

Prenosni transformatori za galvansko odvajanje moraju biti izvedeni u zaštitnoj izolaciji, a pomoću njih može se napajati samo jedan potrošač nazivne struje do najviše 16 A.

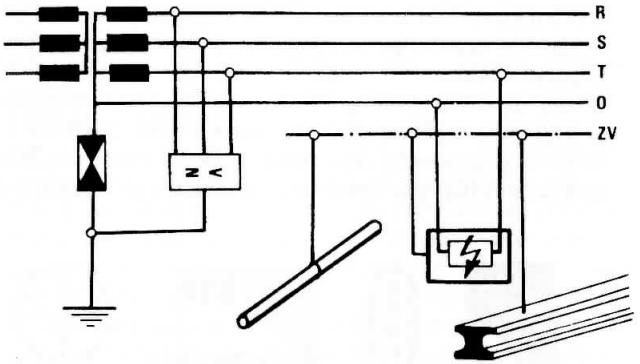


Shematski prikaz zaštitnog odvajanja

Kod radova u kotlovima, na metalnim konstrukcijama ili na sličnim većim metalnim masama kućište trošila treba posebnim vodičem spojiti s metalnom masom na kojoj radnik stoji.

Kod radova u kotlovima transformator za galvansko odvajanje treba postaviti izvan kotla.

Sistem zaštitnog voda relativno se rijetko primjenjuje. On dolazi u obzir za uređaje obuhvaćene u jednoj prostoriji, ne naročito prostranoj, a mora se veoma brižljivo kontrolirati. Svi dijelovi koje treba zaštititi, npr. kućište motora itd. povezani su zaštitnim vodičem, ne samo međusobno, već i sa svim dijelovima koji se dodiruju sa zemljom, kao što su vodovodne instalacije, željezne konstrukcije i sl. Dođe li do proboja izolacije, npr. na kućištu nekog motora, praktički se ne pojavljuje nikakav dodirni napon, budući da svi dijelovi preuzimaju isti potencijal, kao i mjesto proboja. Ova greška mora se, međutim, brzo otkloniti, da ne bi neka druga greška na uređaju s drugom fazom, uzrokovala kratki spoj i opasnost.



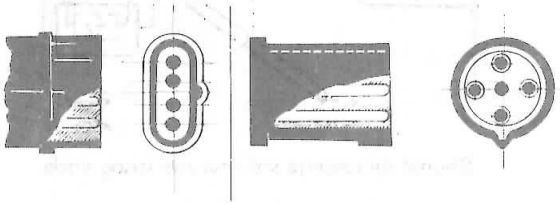
Shema djelovanja sistema zaštitnog voda.

Zvjezdište transformatora ne smije biti direktno uzemljeno. Nužno je otvoreno uzemljenje s kontrolom izolacije postrojenja. Zbog toga sistem zaštitnog voda, kao zaštitu od previsokog napona dodira, koriste mala opskrbna postrojenja s vlastitim trafom, ili s vlastitom proizvodnjom električne energije.

PRIKLJUČNE NAPRAVE

Pod tim skupnim nazivom podrazumijevaju se prema našim propisima priključnice, prijenosne priključnice, utikači, utikači za aparate i natikači, čija je primjena pri razvodu električne energije zaista mnogostruka. Međutim, te su naprave istovremeno i mjesta na kojima se javlja niz problema u vezi sa zaštitom od električne struje, bilo zbog konstruktivnih nedostataka, bilo zbog njihovog oštećenja ili zbog neodgovarajuće upotrebe. Zbog toga radnici, koji rade na održavanju električnih uređaja i instalacija, moraju dobro poznavati te naprave i pridržavati se propisanih postupaka.

Priključne naprave, prije svega, moraju biti konstruirane tako, da ne predstavljaju opasnost pri rukovanju te da odgovaraju mjestu na kojem su postavljene, bilo u električkom, bilo u mehaničkom pogledu. Tako se, npr. u vlažnim prostorijama, mogu koristiti samo priključne naprave pravilno zaštićene od vlage ili vode. U prostorijama, u kojima postoji opasnost od oštećenja priključnih naprava, naprave moraju biti izvedene iz mehanički otpornog materijala. U vezi s konstrukcijom priključnih naprava treba reći da se u novije vrijeme sve



više uvode okrugle priključne naprave s utorom kako bi se izbjegla opasnost od obrnutog (naopakog) stavljanja utikača u priključnicu koja je postojala pri radu s plosnatim priključnim napravama. Zato se takve naprave povlače iz upotrebe.

Dosadašnji plosnati utikač 220/380 i novi okrugli utikač za napone 42–750 V. Izvedbe za različite jakosti struje od 16 do 125 A.

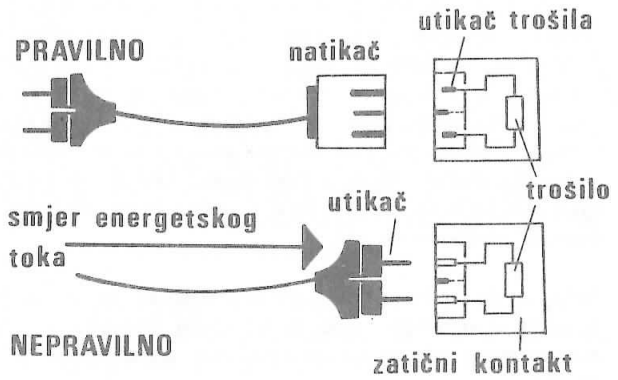
Uvijek kada se koristi zaštita od previsokog napona dodira pomoću zaštitnog vodiča, upotrijebljene priključne naprave moraju biti u izvedbi sa zaštitnim kontaktom. Priključne naprave mogu se koristiti za neposredno uključenje i isključenje trošila na mrežu, samo u slučajevima kad nazivna struja kod istosmjerne struje ne prelazi 10 A, a kod izmjenične struje 16 A, odnosno kada to ne predstavlja i neku drugu opasnost, osim od električne struje.

Neke vrste priključnih naprava, koje su se do sada nalazile u upotrebi, više se ne smiju koristiti. To se prvenstveno odnosi na priključnice ugrađene u grla žarulje.

Isto tako ne smiju se više koristiti razvodni utikači (odvojene priključnice), čak ako imaju i zaštitne kontakte. Upotreba razvodnih utikača dovodi do mehaničkog opterećenja, a time i do oštećenja priključnice. Da bi se ipak omogućilo priključivanje više trošila, mogu se koristiti višestruke priključnice, zidne ili prenosne. Danas se mnogo koriste prenosne priključnice postavljene na bubanj na kojega je namotan dugi produžni kabel. Kod takvog razvoda najvažnije je voditi računa o ispravnosti spoja između zaštitnih kontakata na utikaču i priključnicama sa zaštitnim vodičem u kabelu kako bi se održala zaštita od previsokog napona dodira. Osim spomenutog, prenosne priključnice moraju se uvijek nalaziti na strani energetskog izvora kako se ne bi dogodilo da pod naponom budu otvoreni, dodiru dostupni dijelovi utikača.

Treba naglasiti da se na jedan utikač smije postavljati samo jedan priključni vod i to odgovarajućih dimenzija.

Pridržavajte se gore navedenih pravila u interesu vaše vlastite sigurnosti te sigurnosti onih za koje održavate električne uređaje i instalacije.



Pratite tehnički razvoj priključnih naprava te mu prilagođujte svoj pogon. Vodite računa i o propisima. Tražite da vam se stave na raspolaganje svi elektrotehnički propisi i propisi s područja zaštite pri radu, kako biste bili upoznati s njihovim odredbama.

Obavještavajte se na vrijeme o eventualnim izmjenama.

ELEKTRIČNI PRENOSNI ALAT

Za razliku od strojeva na električni pogon koji stalno stoje na jednom mjestu pa im je priključak električne energije stalan, električni prenosni uređaji, posebno električni alati, kao što su bušilice, različite vrste pila, izvijači, alati za poliranje, blanjalice, škare za lim itd. stalno se premještaju s jednog mjesta rada na drugo, s jednog mjesta priključka na drugo; u toku rada stalno im se pomiče kabel za dovod električne energije; taj kabel izložen je različitim štetnim utjecajima, kao što su

mehanička oštećenja, kemikalije, ulja i masti, povišena temperatura, vlaga itd. Osim toga, treba reći da pri ovakvim prenosnim uređajima postoji stalna mogućnost oštećenja kućišta, sklopke, kabla, a najčešće utikača zbog nepažnje ili nesavjesnog rukovanja pri radu, prenošenju ili uskladištavanju. Za procjenu stupnja opasnosti od velikog značenja je i mjesto rada na kojem se prenosni električni alat koristi. Tako npr. rad u skučenim, vlažnim, a posebno u metalnim prostorima (cisterne, spremnici, kotlovi) izvanredno povećava opasnost od udara električne struje pri korištenju neispravnih električnih uređaja. Na kraju treba spomenuti i veoma česte slučajeve ozljeda radnika zbog pada s visine nakon udara električne struje. Sve to navodi na zaključak da prijenosni električni alati mogu biti veoma opasni i da je zato pri njihovom korištenju potrebno provoditi odgovarajuće mjere zaštite.

Najefikasnijom zaštitom smatra se besprijekorno stanje izolacije na svim dijelovima na kojima postoji opasnost od slučajnog dodira. Kako se u najvećem broju slučajeva mogućnost slučajnog dodira pojavljuje na mjestu uvoda kabela u alat, tom mjestu, u toku upotrebe alata, treba posvetiti posebnu pažnju. Na mjestu uvoda kabela u alat proizvođač alata mora predvidjeti posebni tuljac odnosno, uvodnicu iz izolacionog materijala, kako se pri upotrebi kabel ne bi prekomjerno savijao. Osim toga, na mjestu uvoda mora postojati uređaj za rasterećenje vodova, kao zaštita od zatezanja i uvijanja. Takvi uređaji moraju također postojati i na utikačima i natikačima.

Pri dugotrajnoj upotrebi alata opisani dijelovi mogu se oštetiti, uslijed čega može doći do prekida pojedinih vodiča ili oštećenja njihove izolacije. Ako se na vrijeme ne uoči ovaj nedostatak, to najčešće dovodi do dodira s vodičima pod naponom. Zbog toga treba povremenim pregledima provjeravati ispravnost ovih dijelova, mijenjati ih u slučaju dotrajalosti, imajući pri tome stalno na umu njihovu zaštitnu funkciju.

Kabel, kojim je alat priključen na mrežu, također može predstavljati opasnost od dodira zbog oštećenja izolacije. Mehanički udari, povlačenje preko oštrih metalnih predmeta, prekomjerno savijanje, uzlovi i sl. najčešće dovode do oštećenja izolacije. Isto tako, izolaciju kabela mogu oštetiti kemikalije, ulja, iskre ili visoka temperatura. Ako dođe do takvog oštećenja izolacije, postojeći kabel treba bezuvjetno zamijeniti novim s istim brojem vodiča i istog presjeka. Često se, iz tobožnjeg razloga ekonomičnosti, oštećena mjesta popravljaju trakom za izoliranje, što može biti veoma opasno, jer traka nikada ne može nadomjestiti raniju kvalitetu izolacije. Svakako najopasniji postupak koji se često susreće u praksi predstavlja spajanje, odnosno nastavljanje kablova običnim vezivanjem vodiča jednog za drugim i izoliranjem pomoću trake za izoliranje, bilo da se radi o popravku presječenog kabla, bilo o produženju postojećeg. U ovom slučaju ne radi se samo o tome da traka za izoliranje ne predstavlja dovoljno kvalitetnu izolaciju, već će na mjestu spoja postojati stalna mogućnost prekomjernog uvijanja vodova zbog nedostatka plašta, što će neminovno dovesti do oštećenja izolacije, a potom i do spoja među vodičima. Najnepovoljniji slučaj može nastati kod prekida zaštitnog vodiča i spajanja njegovog dijela koji je spojen na kućište s faznim vodičem.

Jedno od daljnjih mjesta dodira je utikač, na kojem se vrlo često zbog nepažljivog rukovanja oštećuje kućište, pa dijelovi pod naponom pri priključivanju alata na mrežu mogu postati dostupni za dodir. U takvom slučaju treba oštećene utikače odmah zamijeniti novim, vodeći pri tom naročito računa o ispravnom spajanju zaštitnog vodiča. Postojeći utikači od bakelitne mase u novije se vrijeme zamjenjuju boljim konstrukcijama. Kućišta takvih utikača izrađena su od gume otporne na mehaničke udare, kontaktni dijelovi trajno su spojeni na kabel i zaliveni u kućište, a izvedena je i zaštita od savijanja i zatezanja kabela. Na alatu također postoji mogućnost

dodira dijelova pod naponom, i to najčešće na sklopkama i poklopcima četkica, ako se oštete njihove izolacije. Jedini je način zaštite, i u ovom slučaju, besprijekorno stanje izolacije dijelova koji se mogu dodirnuti u toku rada, što se postiže stalnim nadzorom alata i neodložnom zamjenom oštećenih dijelova.

Kao što je poznato, svaki napon dodira preko 65 V previsok je i opasan, pa sve mjere zaštite koje se poduzimaju pri radu s prijenosnim električnim alatom moraju prvenstveno udovoljiti ovom zahtjevu. To praktički znači da zaštita mora početi djelovanjem kada se na kućištu alata pojavi takav opasan napon. To se postiže različitim mjerama, ovisno o namjeni i izvedbi alata, koji se dijele u tri klase:

- klasa I, alati sa zaštitnim vodičem,
- klasa II, alati sa zaštitnom izolacijom i
- klasa III, alati za mali napon.

Prema navedenim klasama provode se i mjere zaštite koje odgovaraju pojedinim klasama alata.

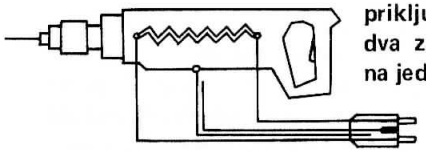
Tako je u alatima klase I predviđena zaštita od previsokog napona dodira nulovanjem, zaštitnim uzemljenjem, zaštitnom naponskom sklopkom i zaštitnom strujnom sklopkom.

Alati klase II već svojom konstrukcijom predstavljaju dovoljnu zaštitu od previsokog napona dodira, pa nije potrebno provođenje nikakvih drugih mjera zaštite.

Alati klase III predviđeni su za priključak na mali napon do 42 V, što je ispod propisane vrijednosti za previsoki napon dodira, pa druge mjere zaštite nisu potrebne.

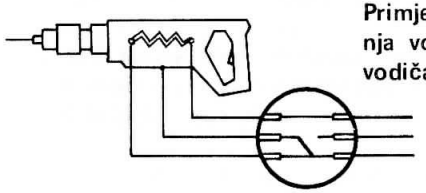
Kod električnih prenosnih alata veoma važnu ulogu igra vodič, odnosno njegova vodljiva veza između kućišta i zaštitnog kontakta na utikaču a time i veza sa sistemom zaštite. Bilo kakav kvar u toj vezi, uzrokovan lošim

kontaktom, prekidom vodiča ili prekidom veze zbog upotrebe neodgovarajućeg pribora, dovest će kod kvara na izolaciji do pojave napona na kućištu alata.



Primjer pogrešnog priključivanja zaštitnog vodiča; priključivanje izvedeno s dva zaštitna vodiča spojena jednostrano

Ako pak popravak obavljaju nestručne osobe, može se dogoditi da zamijenjeni kabel uopće nema zaštitnog vodiča, ili da postoji, ali da nije spojen na kućištu ili na zaštitni kontakt u utikaču. Isto tako, može se dogoditi da je na kraju kabela postavljen obični utikač bez zaštitnog kontakta. Pri izmjeni kabela može doći i do zamjene vodiča, naročito ako kabel sadrži više vodiča nego je to potrebno.

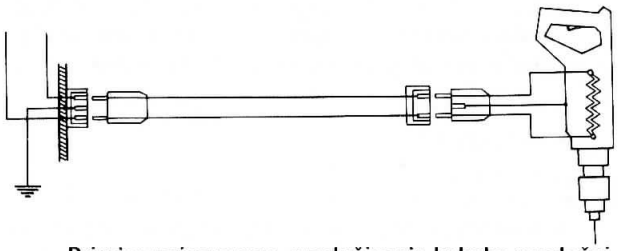


Primjer neispravnog spajanja vodiča; spoj zaštitnog vodiča s faznim vodičem.

Zbog zabune može se dogoditi da se jedan zaštitni vodič spoji samo na jednom kraju na kućištu alata, a drugi vodič isto tako ali samo na zaštitni kontakt utikača.

Pri nastavljanju kablova vezivanjem vodiča jedan na drugi postoji na mjestu spoja mogućnost prekida zaštitnog vodiča i spajanje njegovog dijela koji je vezan na kućište sa faznim vodičem. Na taj način kućište dolazi pod puni fazni napon, iako nije došlo do proboja izolacije na alatu.

Čest je slučaj produživanja postojećeg priključnog kabela na alatu pomoću posebnog produžnog kabla. Ako taj produžni kabel ne sadrži zaštitni vodič ili on nije spojen, kućište priključnog alata neće imati spoj sa sistemom zaštite.



Primjer neispravnog produživanja kabela; produžni kabel bez zaštitnog vodiča

Neke od opisanih neispravnosti mogu se uočiti vizualnim pregledom, ali se moraju ispitivati odgovarajućim instrumentima. To se posebno odnosi na slučaj kada se želi ustanoviti da li je došlo do proboja izolacije na kućištu alata. Naime, treba poći od činjenice da radnik uvijek mora imati ispravan alat kako bi mogao sigurno obaviti posao.

Mnoga poduzeća usvojila su sistem da se svaki put pri izdavanju iz alatnice alat ispituje, a u toku rada u određenim vremenskim razdobljima. Takve preglede i ispitivanja moraju obavljati stručne osobe, a instrumenti moraju biti konstruirani tako da odgovaraju onome što se želi ispitati.

Budite sigurni da su svi prenosni električni alati kojima rukujete vi sami ili ih održavate, a njima rukuju drugi radnici, uvijek ispravni i sigurni.

Uvedite postupak evidencije popravaka za svaki pojedini alat pa ga u skladu s tim povremeno pregledajte i ispitajte.

Zahtijevajte uređaje za električno ispitivanje alata kako bi se ono moglo provesti prilikom svakog izdavanja alata u priručnom ili drugom skladištu, neposredno prije upotrebe.

Pazite! Vi ste odgovorni za svaku neispravnost na električnom prenosnom alatu, jer vi ste stručni radnik kojem je održavanje tog alata dužnost.

ELEKTRIČNE SVJETILJKE

Zbog izvanredno široke primjene različitih vrsta svjetiljki, a posebno onih prijenosnih, odnosno pokretnih, veoma često dolazi pri upotrebi do opasnosti koje zbog udara električne struje mogu uzrokovati veoma teške posljedice pa i smrt. Kao što je poznato, svjetiljke se vrlo često koriste pri radu na strojevima, u uredima, pri radovima u kanalima, kotlovima itd. pa je očito da za takve različite uvjete moraju biti pripremljene i različite izvedbe svjetiljki. Kako svjetiljkama rukuje i velik broj radnika koji nisu električari, izvedbi i održavanju svjetiljki mora se pokloniti posebna pažnja.

Kao električni prijenosni alat, i svjetiljke možemo podijeliti u tri klase, s obzirom na izvedbu zaštite od previsokog napona dodira. To su:

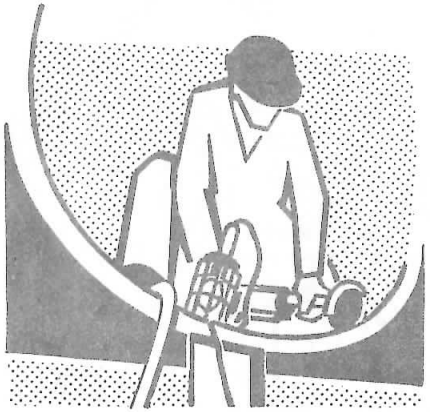
- svjetiljke sa zaštitnim vodičem
- svjetiljke sa zaštitnom izolacijom
- svjetiljke predviđene za priključak na mali napon (do 42 V).

U odnosu na druge karakteristike, svjetiljke mogu biti izvedene u otvorenoj izvedbi, izvedbi nepropusnoj za prašinu, u eksplozivno–zaštićenoj izvedbi, nepromočivoj izvedbi itd. A što se pokretljivosti tiče, svjetiljke mogu biti stabilne, prijenosne ili pokretne itd.

Najčešće je u upotrebi, a i najopasnija je, ručna svjetiljka. Zbog toga se pri radu moraju koristiti ručne svjetiljke samo u propisanoj izvedbi i u besprijekornom stanju.

Ručne svjetiljke moraju biti izvedene u izvedbi sa zaštitnom izolacijom. To znači da moraju imati dršku iz posebnog izolacionog materijala (drvo nije dozvoljeno) na koju je pričvršćena zaštitna mreža tako da nikada ne dođe pod napon.

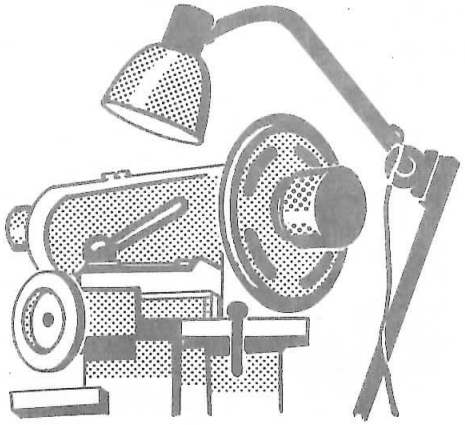
Za zaštitu žarulje ispod mreže nalazi se još i zaštitno staklo.



Ručne svjetiljke koje se koriste za rad u skučenim prostorima, kao što su kotlovi, cisterne i cjevovodi, ili u blizini metalnih konstrukcija, pri održavanju automobila, strojeva i uređaja itd. moraju biti izvedene za priključak na mali napon koji obično iznosi 24 V. Utikači na takvim svjetiljkama moraju biti posebne izvedbe kako bi se onemogućilo njihovo stavljanje u priključnicu s većim naponom (npr. 220 V).

Svjetiljke postavljene na strojeve također se mnogo koriste, pa se i ovdje pojavljuje opasnost za radnike koji njima rukuju.

Svjetiljke, čvrsto postavljene na strojeve, moraju biti zaštićene od previsokog napona dodira najprikladnijom vrstom zaštite ovisno o izvedbi svjetiljke. Kod nepokretnih svjetiljki bez zglobnih dijelova na strojevima te koje imaju zaštitno staklo i mrežicu za zaštitu od mehaničkog oštećenja žarulje, provodi se zaštita pomoću zaštitnog vodiča priključenog na uzemljenje ili nulovanje.



Međutim, kod svjetiljki s pokretnim zglobnim dijelovima, npr. onih sa „škarama", zaštitni vodič ne pruža pouzdanu zaštitu, osim ako nisu svi pokretni dijelovi posebno povezani sa zaštitnim vodičem. Zbog toga naši propisi za pojedine vrste radova na strojevima zahtijevaju da su sve svjetiljke, postavljene na strojevima, izvedene za priključak na mali napon koji obično iznosi 24 V. Na taj se način u potpunosti izbjegava opasnost od previsokog napona dodira, ali se istovremeno otklanja opasnost

i od slučajnog dodira s dijelovima pod naponom u slučaju oštećenja izolacije ili razbijanja žarulje do čega pri radu na strojevima često dolazi.

Svjetiljke mogu biti i u raznim drugim izvedbama pa zaštita pri radu mora biti odgovarajuća. To su npr. svjetiljke s fluorescentnim cijevima, živine svjetiljke itd.

Upoznajte se s karakteristikama svjetiljki koje su postavljene u vašem pogonu. Vodite računa o uvjetima koji vladaju u prostorijama gdje se svjetiljke koriste, pa tome prilagodite i vrstu zaštite koju ćete primijeniti.

STRUJNI OSIGURAČI

Zbog izvanredno važne uloge koju osigurači imaju u električnim postrojenjima potrebno je da se spomenu na ovom mjestu. Oni su postavljeni u električne instalacije da bi ih štitili od kratkog spoja, preopterećenja, požara i udara električne struje. Obično su postavljeni na takva mjesta da su dostupni svima, a ne samo stručnjacima. Zbog toga ploče s osiguračima moraju biti zaštićene od slučajnog dodira s dijelovima pod naponom, a mora biti spriječeno i neovlašteno rukovanje. Dovodni vod mora biti spojen s kontaktnim vijkom, kako pri odvijenoj glavi osigurača ne bi bili lako dostupni dijelovi pod naponom. Ploče s osiguračima moraju biti snabdjevene natpisima s oznakama svih strujnih krugova kojima osigurači pripadaju.

Ulošci rastalnih osigurača moraju uvijek biti originalni i onih vrijednosti koje odgovaraju tom strujnom krugu. Nikada se ne smije stavljati uložak veće vrijednosti od određene za taj strujni krug. U tu svrhu osigurači moraju posjedovati kontaktni ili prisjedni vijak koji onemogućava umetanje rastalnog uloška za jaču struju od one za koju je strujni krug predviđen i izveden.

Isto tako, ulošci se ne smiju premoštavati, odnosno „krpati" zbog mogućnosti predimenzioniranja uloška.

Zbog uloška većih vrijednosti od određene može doći u slučaju kratkog spoja do zagrijavanja vodova, a time i do požara, jer osigurač neće isključiti strujni krug kada se to od njega očekuje.

Postoji opasnost i od udara električne struje, ako je u strujnom krugu izvedena zaštita od previsokog napona dodira uzemljenjem, nulovanjem ili sistemom zaštitnog voda. Kao što je već rečeno u poglavlju o mjerama zaštite od previsokog napona dodira, osigurač mora, u slučaju proboja izolacije, isključiti u određenom, veoma kratkom vremenu strujni krug. On to neće moći ako nije pravilno dimenzioniran.

Da bi se i bez skidanja glave osigurača vidjelo da li je uložak ispravan ili ne, stavlja se na vanjsku stranu uloška označna pločica s određenom bojom koja je propisana za odgovarajuću jakost struje:

Rastalni elementi							
25 A		63 A		100 A		200 A	
struja	boja	struja	boja	struja	boja	struja	boja
2	ružičasta	35	crna	80	srebrna	125	žuta
4	smeđa	50	bijela	100	crvena	160	bakrena
6	zelena	63	bakrena			200	modra
10	crvena						
16	siva						
20	modra						
25	žuta						

POGONSKE PROSTORIJE S UREĐAJIMA JAKE STRUJE

U propisno instaliranom postrojenju jake struje otklonjena je većina opasnosti od nezgoda, ali u cjelini nisu odstranjene sve opasnosti.

Radnik koji poslužuje i održava postrojenja jake struje, rasklopne uređaje, transformatorske stanice, rasklopna postrojenja, postrojenja za distribuciju energije pod niskim ili visokim naponom, mora ta postrojenja poznavati u tančine. Električar mora raspolagati preciznom shemom spajanja i voditi računa da je shema uvijek u ažurnom stanju. Shema ne smije biti poderana, ne smije sadržavati podatke koji više nisu aktualni. Mogućnost povratnog napona treba biti posebno naznačena u shemi, jer ova opasnost može dovesti do niza nesreća. Shema spajanja mora biti jasna i pregledna, da se njome s lakoćom mogu poslužiti i ostali radnici, u slučaju odsutnosti električara (npr. vatrogasci).

Električna rasklopna postrojenja ne smiju se koristiti za odlaganje različitih predmeta, kao što su razni otpaci, papiri i sl. Životinje (pse, mačke) nije dozvoljeno uvoditi u prostorije. Mnoge kratke spojeve izazvale su upravo životinje.

Pomoćna oprema (rasklopne motke, kliješta za osigurače, uređaji za uzemljenje, kontrolne lampe i ostalo,) mora biti pažljivo pohranjena i održavana u besprijekornom stanju.

Rasklopno postrojenje mora biti tako planirano da se u slučaju opasnosti može lako napustiti. Već prema veličini postrojenja, mora biti i odgovarajući broj izlaza. Kod postrojenja s naponom od 1 kV i više, sva vrata se moraju lako, bez ključa, samo kvakom otvarati prema van. U tu svrhu postoje i specijalne brave.

Vodite sheme uvijek u ažurnom stanju kako bi se, u slučaju potrebe, i drugi mogli njima poslužiti.

Pridržavajte se odredbi o redu u prostorijama s postrojenjem pa tu ne odlažite nikakve predmete koji bi smetali ili mogli uzrokovati opasnost. Ne dozvolite to ni drugima.

Često kontrolirajte vrata na izlazima kako bi u slučaju potrebe bila ispravna, a izlaz slobodan.

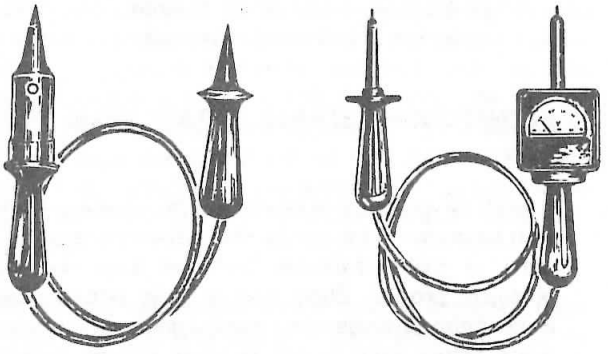
ISPITIVAČI NAPONA

Pri radu na električnim instalacijama i uređajima, neophodno je potrebno, u određenim prilikama, utvrditi beznaponsko stanje. To mora biti izvedeno sigurno, bez sumnje u obavljeni posao, kao i bez opasnosti po rukovaoca. Tome služe, u prostorijama do 1000 V, posebni ispitivači napona u obliku raznih vrsta ispitnih svjetiljki s tinjalicama, mjerni instrumenti, odnosno ispitivači sa zvučnim signalom.

Dosta se često koriste i jednopolni ispitivači za ustanovljenje napona na uređajima ili instalacijama izmjeničnog napona.

Ti su ispitivači jeftini i njima se lako rukuje. Kroz njih teku ograničene ispitne struje koje mogu poteći i kroz tijelo u zemlju pa zbog toga pokazivanje nije točno.

Nemojte nikada ispitivati beznaponsko stanje kombinacijom običnog grla sa žaruljom ili tinjalicom. To može biti mnogostruko opasno zbog mogućnosti rasprsnuća žarulje i zbog udara električne struje.



Kod radova na električnim uređajima jake struje koristite dvopolne ispitivače koji su pouzdani i sigurni.

Još uvijek ima slučajeva da se kao metoda za ispitivanje beznaponskog stanja koristi brzo, munjevito dodirivanje dijelova uređaja vlažnim prstom. To može biti opasno po život pa to svaki razuman čovjek mora odbaciti.

Za utvrđivanje beznaponskog stanja u visokonaponskom postrojenju služe posebni ispitivači. Najčešće se koristi ispitivač s reflektorom kod kojeg se pomoću ugrađene staklene prizme bitno pojačava snaga svjetla svijetleće cijevi. Preko ugrađenog uređaja za bljeskanje povisuje se i razumljivost pokazivanja.

Pri korištenju ispitivača napona vrijede slijedeća pravila:

- Ispitivanje beznaposkog stanja mora provoditi isključivo stručni radnik ili osposobljeni pomoćnik.
- Ispitivanje se mora obavljati isključivo pouzdanim i sigurnim sredstvima.
- Ispitivači se moraju prije upotrebe ispitati da li ispravno funkcioniraju pomoću posebnog uređaja.

— Ispitivanje se mora provoditi na svim dijelovima postrojenja, odnosno na svakom pojedinom vodu na kojem se želi utvrditi beznaponsko stanje.

BEZNAPONSKO STANJE I STAVLJANJE POD NAPON

Radovi na električnim postrojenjima izvode se samo kad su u beznaponskom stanju. Pod naponom se smije raditi samo u malo iznimnih slučajeva koje dozvoljavaju postojeći propisi. Zbog toga se prije početka rada na električnim postrojenjima moraju poduzeti odgovarajuće mjere zaštite kako bi rad za cijelo vrijeme trajanja bio siguran. Potrebno je provesti slijedeće mjere:

1. isključenje napona
2. osiguranje protiv uključivanja
3. utvrđivanje beznaponskog stanja
4. uzemljenje i kratko spajanje
5. pokrivanje ili ograđivanje susjednih dijelova pod naponom

Isključiti znači jedan dio postrojenja odvojiti potpuno u svim poslovima i na svim stranama od dijelova pod naponom. Pri tom je veoma važna mogućnost pojave povratnog napona, do kojeg može doći, ako se napajanje obavlja s više strana. Ako radnik nije osobno izvršio isključenje, mora ga naručiti pismeno, telegrafski, telefonski ili usmenim zahtjevom o isključenju. Moment isključenja treba utvrditi, jer mogu nastupiti nepredviđena odugovlačenja. Tako npr. može biti zatvorena željeznička brklja ili zaboravljen ključ od transformatorske stanice što će izazvati zakašnjenje.

Čim se postrojenje isključi, mora se osigurati od nehotičnog ili slučajnog stavljanja pod napon, i to na svim mjestima gdje je isključenje izvršeno. Najprije treba objesiti ploču s upozorenjem na sklopku ili njen zagon.

Kod sklopki s pogonom na stlačeni zrak, električnu struju i sl. mora se isključiti izvor energije kako sklopka ne bi mogla djelovati. Ako se za isključenje koriste rastalni osigurači ili instalacioni automati, onda se glave moraju izvaditi u svim fazama i pohraniti na sigurno mjesto. Nije dovoljno samo malo odviti glave osigurača. Pri tom ne treba zapostaviti ni već spomenute ploče upozorenja, budući da druge osobe koje nisu upoznate s tim radovima mogu staviti druge rastalne uloške ili automate.

Čim su sve spomenute mjere zaštite izvršene, treba utvrditi beznaponsko stanje u svim polovima i to na samom radnom mjestu. Pri tom se primjenjuju ispitivači napona ili mjerni instrumenti čija je funkcionalnost prethodno ispitana.

Vrlo važna mjera zaštite je uzemljenje i kratko spajanje na radnom mjestu. Na taj način osigurana je najbolja samozaštita radnika. To se naročito obavlja kod strujnih krugova za rasvjetu, posebno ako su osigurači udaljeni, te kod glavnih kliznih vodova kranskih dizalica u dugim halama, naročito ako se radi s dvostranim napajanjem.

Kad su u pitanju postrojenja nazivnog napona od 1000 V i više, onda je uzemljenje i kratko spajanje odgovarajućim uređajima uvijek potrebno.

U pravilu, prvo se vrši uzemljenje, a zatim kratko spajanje i to na samom radnom mjestu ili na mjestu koje se s njega vidi. Samo u izuzetnim slučajevima smije se uzemljenje i kratko spajanje nalaziti isključivo u blizini radnog mjesta.

Kod rastavnog (prekidnog) mjesta potrebno je uzemljenje i kratko spajanje izvesti na obje strane. Za rad s kablovima i za radove na nadzemnim vodovima treba koristiti za to određene naprave. Gibljiva i izolirana

bakrena užad moraju biti takvog presjeka, da mogu izdržati struju kratkog spoja do isključenja. Lanci ne predstavljaju siguran spoj pa zbog toga nije dopuštena njihova upotreba. Bakrene žice smiju se primijeniti samo za nazivne naprave ispod 1000 V u jednostavnim slučajevima, a predstavljaju samo pomoćna sredstva i koriste se samo za razmjerno male struje kratkog spoja.

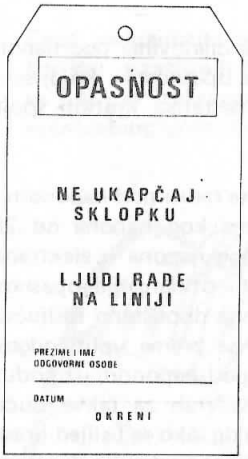
Kad je rad u jednom postrojenju završen, onda se stavljanje u pogon obavlja na slijedeći način:

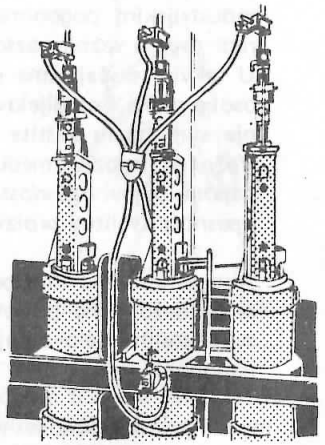
Nepotreban alat i pomoćna sredstva treba ukloniti s radnog mjesta, treba odstraniti sve nepotrebne osobe, izvršiti potrebno čišćenje i poduzeti mjere zaštite da bi se izbjegla svaka opasnost. Prije skidanja uzemljenja treba uvijek ukloniti kratkospojnu vezu Samo odgovorna osoba smije objaviti da je radno mjesto spremno za uključenje, odnosno stavljanje pod napon. To vrijedi i za osobe koje same rade. Potreban je naročit oprez kad je u pitanju više radnih mjesta. Spajanje, odnosno uključivanje u prethodno utvrđeno vrijeme, a bez posebne objave je zabranjeno.

Prije početka rada na električnim postrojenjima, poduzmite određene radnje za osiguranje radnika koji rade na tom postrojenju.

Kod isključenja najveću pažnju posvetite mogućnosti pojave tzv. povratnog napona. Zato budite sigurni da ste potpuno na svim polovima i na svim stranama, isključili mjesto od napona.

Na sklopku stavite ploču upozorenja ili ovjesni karton s tekstom da radite na tom postrojenju i da ste samo vi ovlašteni ponovno uključiti sklopku. Kad isključujete osiguračima, potpuno izvadite glave osigurača. Ispitivačima napona ispitajte beznaponsko stanje na svim polovima i to na mjestu gdje ćete obavljati radove. Pazite da su ispitivači napona sami ispitani.





Uzemljivanje i kratko spajanje obavljajte odgovarajućim priborom. Nikada u tu svrhu ne namatajte bakreno uže oko vodiča već koristite odgovarajuće spojnice.

Kad je rad završen, osobno uključite sklopku pošto ste se prethodno uvjerili da više nitko ne radi na postrojenju.

Pazite! Ne uključujte nikada postrojenje ili liniju u prethodno dogovoreno vrijeme nego isključivo po obavijesti pomoćnika, odnosno kada ste se osobno uvjerili da je rad završen.

RAD NA DIJELOVIMA POD NAPONOM I U NJIHOVOJ BLIZINI

Općenito je zabranjen rad na dijelovima pod naponom i u njihovoj blizini zbog velike opasnosti u kojoj se nalazi radnik i zbog mogućnosti nastanka kratkih spojeva s teškim posljedicama.

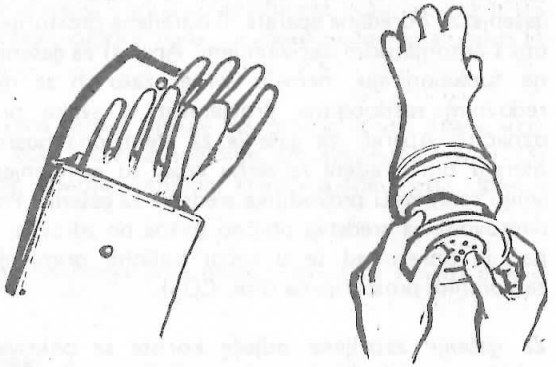
Kod napona do 42 V smije se raditi pod naponom. Ima, međutim, slučajeva u kojima kod napona od 250 V prema zemlji (500 V nazivnog napona u elektranama i industrijskim pogonima) radi otklanjanja opasnosti ili radi drugih važnih razloga, nije dopušteno isključivanje. U takvim slučajevima može se prema uputi odgovorne osobe raditi i na dijelovima pod naponom uz poduzimanje svih mjera zaštite predviđenih za takve slučajeve. Važni su razlozi, između ostalog, ako se uslijed prestanka napona pojavi opasnost po život i zdravlje ili ako prijeti opasnost kvaliteti proizvoda.

Ako se iznimno radi pod naponom, onda treba ostaviti samo bezuvjetno potrebne dijelove, a zaštititi se protiv svih ostalih dijelova koji stoje u opasnoj blizini onih pod naponom.

Ako je na radnom mjestu stvoreno besprijekorno i provjereno beznaponsko stanje, dakle, ako se neće raditi pod naponom, mora se još uvijek obratiti pažnja na dijelove pod naponom koji se nalaze u blizini. Kako je prilikom radova u blizini dijelova pod naponom veoma često dolazilo do nezgoda pa i smrtnih slučajeva, neophodno je, da i ovi dijelovi budu iskopčani. Ako se napon u blizini ne može isključiti, potreban je krajnji oprez i vidljivo označavanje opasnih mjesta te zaštićivanje tehničkom zaštitom. Kod niskog napona takve dijelove treba pokriti.

Zapamtite! Rad pod naponom zabranjen je, osim u izuzetnim prilikama koje se zaista rijetko pojavljuju.

Tada poduzimajte sve potrebne mjere zaštite, od korištenja zaštitnih rukavica, cipela, zaštitnih sagova i sl. do izoliranog alata. Zaštitite oči i lice od eventualnog električnog luka.



Zaštitna sredstva redovno ispitujte kako bi uvijek bila sigurna za rad.

Okolne dijelove pod naponom također zaštitite. I u svim ostalim slučajevima zahtijevajte da se dijelovi na kojima će se raditi isključe te da su za cijelo vrijeme rada u besprijekornom beznaponskom stanju.

ZAŠTITA OD POŽARA U POSTROJENJIMA JAKE STRUJE

Za gašenje požara u postrojenjima jake struje treba predvidjeti dovoljan broj aparata za gašenje s kapacitetom koji odgovara tipu i veličini postrojenja. Aparati za

gašenje moraju biti lako pristupačni, naročito u slučaju izbijanja požara. Prilaz aparatima za gašenje ne smije biti zakrčen priborom, materijalom i sl. Ručni aparati za gašenje moraju se postavljati u samom postrojenju jake struje ili njegovoj neposrednoj blizini. Pokretni uređaji na kotačima za gašenje većih postrojenja jake struje postavljaju se najčešće ispred postrojenja tako da se što je moguće brže mogu postaviti na mjesto požara. U posebnim slučajevima ugrađuju se i stabilni uređaji za gašenje za određene aparate ili određene prostorije, čak i oni s automatskim aktiviranjem. Aparati za gašenje, koji ne funkcioniraju, nemaju svrhe, zato ih se mora u redovnim raždobljima provjeravati i svaku provjeru označiti. Aparati za gašenje za električna postrojenja moraju biti izrađeni za svrhu kojoj su namijenjeni. Ne smiju sadržavati provodljiva sredstva za gašenje. Pošto su neprovodljiva sredstva obično štetna po zdravlje, potreban je oprez kad se u većoj količini primjenjuju u zatvorenim prostorijama (npr. CO_2).

Za gašenje zapaljene odjeće koriste se pokrivači. U velikim postrojenjima jake struje pokrivači za gašenje su obavezni. U manjim postrojenjima treba na raspolaganju stajati barem jedan takav pokrivač. Pokrivače treba čuvati na propisan način, spremne za hitnu primjenu.

Za gašenje požara kad gori ulje, treba u velikim postrojenjima imati u pripremi i pijesak, iako je bolji i djelotvorniji ugljični dioksid (CO_2).

Pazite! U slučaju izbijanja požara, svaka intervencija treba biti brza i efikasna. Zato, ako izbije požar, pristupite gašenju raspoloživim sredstvima i u okviru svojih mogućnosti i znanja.

Odmah pozovite i ekipu za gašenje požara, sačekajte je i budite u blizini, radi eventualnog isključenja postrojenja od napona.

PRVA POMOĆ

Prolazak električne struje kroz tijelo može prouzrokovati posredno ili neposredno smrt ili druge povrede. Djelovanje električne struje i njene posljedice ovise o nizu tehničkih i individualnih bioloških faktora, napona i jačine struje, frekvencije struje, površine kontakta i duljine trajanja kontakta sa strujom, puta prolaza struje kroz tijelo, otpora tijela, te individualne spremnosti za struju.

Električna struja djeluje na mišiće, krvne žile i srce, živce, kosti, izaziva opekline, što sve može dovesti do prekida disanja, prekida krvotoka, nesvijesti, šoka i smrti.

O brzini pružanja prve pomoći ovisit će i njena efikasnost.

Postupak:

- **isključiti povrijeđenog iz strujnog kruga. Ako je nemoguće prekinuti strujni krug pomoću sklopke, treba odvojiti povrijeđenog iz strujnog kruga izolacionim kliještima, izolacionom motkom, komadom drveta, suhom tkaninom;**

- **spasilac prilikom pružanja prve pomoći, mora imati gumene rukavice i čizme, a ako nema nikakve opreme, ne dirati unesrećenog golim rukama;**

- **nakon što je povrijeđeni oslobođen djelovanja struje, ako ne diše, primijenite umjetno disanje „usta na usta". Umjetno disanje provodite 6 do 10 sati;**

- **uz umjetno disanje istovremeno provedite i vanjsku masažu srca;**

- **kada dođe svijesti, povrijeđenog utoplite i dajte mu piti tekućine (na tri decilitra vode jedna žličica sode bikarbone);**

- **potražiti liječničku pomoć.**

PITANJA ZA PONAVLJANJE

1. Kako se najefikasnije provodi zaštita od spoticanja pri kretanju na radu?

2. Kako se zaštićuju otvori u podu da bi se spriječili padovi radnika?

3. Koliko može iznositi najveća dužina jednostranih ljestava za normalnu upotrebu?

4. Kako treba prenositi jednostrane ljestve?

5. Da li znate kakvi se posebni elementi koriste na donjim krajevima ljestava pri njihovoj upotrebi na hrapavoj i mekšoj, odnosno suhoj i čvrstoj podlozi. Pod kojim je kutom, u odnosu na vodoravnu podlogu, najsigurnije postavljati jednostrane ljestve?

6. Kako mora izgledati okov na vrhu dvostranih ljestava?

7. Čime se zaštićuju dvostrane ljestve od razmaknuća krakova?

8. Koja je oprema potrebna za sigurno penjanje na stupove?

9. O čemu zavisi ispravnost sigurnosnog pojasa?

10. Kako mora biti osigurano podnožje stupa ako je neophodno da se penjete na neispravan stup?

11. Da li ste upoznati s najčešćim načinima brzog spasavanja unesrećenih s električnih stupova?

12. Koje su sve mjere zaštite koje treba primijeniti pri radu s bušilicom?

13. Možete li navesti sve opasnosti i mjere zaštite koje nastaju pri radu na brusilici?

14. Koje su sve opasnosti i mjere zaštite pri radu s ručnim alatom u koji spadaju odvijači, ključevi, čekići, sjekači, pile, turpije itd.?

15. Kako se na siguran način koristi benzinska lampa?

16. Koje su osnovne značajke sigurnosti pri rukovanju električnim prijenosnim alatom?

17. Poznajete li sve opasnosti i mjere zaštite pri kopanju zida za postavljanje električnih vodova?

18. Kojih se mjera sigurnosti treba pridržavati pri upotrebi zaljevnih masa i smola?

19. Koje mjere zaštite treba poduzeti pri odmašćivanju i pranju dijelova električnih uređaja?

20. Ako radite s aku–baterijama, da li poznajete opasnosti od kiselina ili lužina?

21. Koja se osobna zaštitna sredstva koriste pri radu s kiselinama ili lužinama?

22. O kojim osnovnim faktorima zavisi otpor čovječjeg tijela?

23. O čemu sve zavisi utjecaj električne struje na organizam?

24. Kako je određena visina opasnog napona?

25. Koje su posljedice prolaza električne struje kroz organizam?

26. Kako nastaje uključenje čovjeka u strujni krug i to:

    – zbog neposrednog dodira faznog vodiča (strujni krug ruka–noga)
    – zbog dodira dva vodiča pod naponom (strujni krug ruka–ruka)?

27. Kako se provodi zaštita od slučajnog dodira dijelova pod naponom?

28. Koje se mjere zaštite provode kao zaštita od previsokog napona dodira?

29. Što je to i kako se provodi zaštitno uzemljenje?

30. Nulovanje – što je to i kako se provodi?

31. Možete li navesti djelovanje naponske zaštitne sklopke?

32. Kakvo je djelovanje zaštitne strujne sklopke?

33. U čemu se sastoji djelovanje zaštitnog izoliranja?

34. Što je to zaštita od električne struje pomoću malog napona?

35. Kako se provodi zaštita od električne struje galvanskim odvajanjem?

36. Gdje se, kao zaštita, primjenjuje sistem zaštitnog voda?

37. Kojim sve zahtjevima moraju udovoljiti priključne naprave?

38. U koje se klase, zavisno o izvedbi zaštite, dijele prijenosni električni alati?

39. Da li ste upoznati s osnovnim značajkama sigurnosti pri radu s električnim svjetiljkama?

40. Koju ulogu imaju i kako se održavaju osigurači u električnim instalacijama?

41. Kako se poslužuju i održavaju postrojenja jake struje u pogonskim prostorijama, u kojima su ta postrojenja postavljena?

42. Čime se na siguran način utvrđuje beznaponsko stanje na električnim instalacijama?

43. Koje mjere zaštite treba poduzeti prije početka rada na električnim postrojenjima? (Navedite pet osnovnih pravila sigurnosti)

44. Kako se na siguran način obavljaju radovi na dijelovima pod naponom i u njihovoj blizini?

45. Kako se provodi zaštita od požara u postrojenjima jake struje?

46. Kakav je postupak prve pomoći pri udaru električne struje?

Jeste li proučili knjižicu „Sigurnost na radu" koja Vam daje opća znanja iz zaštite pri radu i zaštite od požara, a namijenjena je svima zaposlenima, bez obzira na radno mjesto na kojemu rade?